



Facultad de Filosofía y Letras

Departamento Interfacultativo de Música

Programa de Doctorado en

Lenguaje y Manifestaciones Artísticas y Literarias

**DE LA DISONANCIA A LA INCORPORACIÓN DEL RUIDO EN  
LA MÚSICA.  
GENEALOGÍA Y EVOLUCIÓN.**

**Factores interdisciplinares y transformadores de condicionamientos y  
estereotipos estéticos en la música de la cultura occidental y el arte  
sonoro del siglo XX.**

**Tesis doctoral**

presentada por:

Alberto Rodríguez Molina

Bajo la dirección de

Dr. José Luis Carles Arribas

Madrid, marzo de 2017

## RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

**Nombre:** ALBERTO  
**Apellidos:** RODRÍGUEZ MOLINA  
**D.N.I.:** 51070792M

**Tutor:** Dr. JOSÉ LUIS CARLES ARRIBAS

### **Título de la Tesis:**

DE LA DISONANCIA A LA INCORPORACIÓN DEL RUIDO EN LA MÚSICA.  
GENEALOGÍA Y EVOLUCIÓN.

Factores interdisciplinares y transformadores de condicionamientos y estereotipos  
estéticos en la música de la cultura occidental y el arte sonoro del siglo XX.

**Programa de doctorado:** LENGUAJE Y MANIFESTACIONES ARTÍSTICAS Y  
LITERARIAS

**Facultad:** FILOSOFÍA Y LETRAS (Departamento Interfacultativo de Música)

### **Resumen:**

Los conceptos de sonido, música y ruido que en un tiempo eran claramente diferenciados rigiéndose por las normas de la estética, las proporciones y lo que se consideraba bello y bueno para el espíritu, hoy se difuminan en un proceso gradual que ya no permite diferenciarlos de forma tan clara.

Partiendo de la evolución etimológica del término ruido en los últimos siglos, el trabajo aborda el estudio desde varios puntos de vista. En primer lugar sitúa el uso de la disonancia como una de las principales precursoras estéticas de la llegada del ruido a la música. En segundo lugar poniendo en juego las sensaciones, la percepción y la fiabilidad de nuestros sentidos para juzgar lo que consideramos musical, bonito o agradable relacionándolo con otras disciplinas como la filosofía, la arquitectura, la psicología y la sociología. La Estética nos ofrece una visión histórica bastante cercana de la evolución y del porqué de ciertos sucesos históricos, pero no es capaz de explicar lo que concierne al terreno de la sociología y la psicología en lo que a la percepción se refiere. Entramos en un terreno, a través de un recorrido histórico, en el que no está clara la línea que separa la subjetividad y la objetividad a la hora de valorar los aspectos artísticos de las obras contemporáneas. En tercer lugar, el estudio del fenómeno físico contrapuesto a la evolución de esa percepción que ha variado la forma en la que entendemos e interpretamos el ruido situado en un espacio concreto. Hoy en día existe una conciencia real del ruido que, dependiendo del contexto en el que nos encontremos, nos hace comprender nuestro entorno sonoro e interactuar con él. Estamos aprendiendo a valorar la musicalidad de lo que nos rodea, el paisaje sonoro, así como el silencio, controlando lo que nos resulta perjudicial y con una predisposición a escuchar nuevos mundos sonoros de la mano de la experimentación.



*A mis padres*

## Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que han colaborado en la creación de esta tesis ya que sin su ayuda no habría sido posible.

Al *Dr. José Luis Carles*, mi director de tesis, por su gran ayuda como guía indispensable durante toda la investigación.

A la *Dra. Cristina Palmese* por sus grandes conocimientos de los espacios sonoros y la arquitectura moderna.

A *mis padres*, que sin su constante ayuda desinteresada no habría podido llegar donde estoy haciendo posible la culminación de este trabajo.

A *Guillermo Herranz* por sus consejos y valoraciones imprescindibles en la edición y orden de la tesis y por su inteligente humor.

Al *Dr. Yago Mahúgo* por su amistad de tantos años y toda la ayuda e interés mostrado para la finalización de este trabajo.

A *Sergio García* por su amistad y apoyo, además de toda la ayuda con la bibliografía.

A *Santos Moreno* por las conversaciones y consejos sobre armonía moderna y Jazz.

A *Manuel José Rodríguez, Francisco Fernández, José Luis Amor, Vicente Pérez, Matías López y Jesús Mozo* por sus consejos y correcciones en diversas partes del trabajo.

A la *Escuela Municipal de Música de Pinto* y a la profesora *Celia Díez* que hicieron posible la realización del test de audiciones.

A *Ramón*, por su amistad durante tantos años.

*La vida antigua fue toda silencio. En el siglo XIX, con la invención de las máquinas, nace el Ruido. Hoy, el Ruido triunfa y domina soberano sobre la sensibilidad de los hombres.*

**Luigi Russolo**, *L'arte dei rumori*, 1913

*Yo creo en el uso del ruido, donde quiera que estemos, lo que escuchamos es, en su mayor parte, ruido. Cuando lo ignoramos, nos perturba. Cuando lo escuchamos, lo encontramos fascinante.*

**John Cage**, 1937

*En una sociedad decadente, el arte, si es veraz, debe también reflejar la decadencia. Y, a menos que quiera quebrantar la fe con su función social, el arte debe mostrar el mundo como algo en continuo cambio. Y ayudar a cambiarlo.*

**Ernst Fischer**

<b>I. ÍNDICE</b>	<b>11</b>
<b>II. GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS</b>	<b>17</b>
<b>III. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>19</b>
<b>IV. ÍNDICE DE PARTITURAS</b>	<b>23</b>
<b>V. ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>26</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO</b>	<b>27</b>
1.1. Introducción	29
1.2. Estado de la cuestión	30
1.3. Justificación y relevancia de la investigación	35
1.4. Hipótesis	36
1.5. Objetivos	40
1.6. Metodología	42
1.6.1. Fuentes utilizadas	43
1.6.2. La interdisciplinaridad	43
1.6.3. Límites del trabajo	44
1.6.4. Etimología y Definición	45
1.6.5. Fuentes musicales	46
1.6.6. Búsqueda de la simplicidad	47
1.6.7. Advertencia previa	48
1.6.8. Metodología del Test de Audiciones	49
1.6.8.1. Objetivos	49
1.6.8.2. Condiciones ambientales	50
1.6.8.3. Audiciones	51
1.6.8.4. Realización del test	52
<b>2. ETIMOLOGÍA</b>	<b>55</b>
2.1. Etimología	57
2.2. Términos relacionados	63
2.3. Evolución de los términos	64

2.4. Etimología extranjera	65
2.5. Análisis	68
2.6. Otras definiciones de interés	71
2.7. Objetividad y subjetividad del término	82
2.8. Buscando una definición de ruido	86
<b>3. LA DISONANCIA COMO PRECURSORA</b>	<b>87</b>
3.1. Definición	89
3.2. La música griega	93
3.3. La escuela pitagórica y breve evolución de las proporciones interválicas hasta Boecio. La objetividad de la razón.	97
3.4. Principales autores hasta Boecio. La subjetividad de la percepción	103
3.4.1 Damón de Atenas (s.v. a.C.)	103
3.4.2. Platón (427 a.C. – 347 a.C.)	104
3.4.3. Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.)	107
3.4.4. Aristóxeno de Tarento (c.354 a.C. – 300 a.C.)	109
3.4.5. Plutarco (c. 45 – 124 d.C.)	110
3.4.6. Claudio Ptolomeo (100 – 170 d.C.)	111
3.4.7. Arístides Quintiliano (aprox. s.II d.C.)	112
3.4.8. Cleónides (aprox. s.II d.C.)	113
3.4.9. San Agustín (354 – 430 d.C.)	114
3.5. ¿Razón o sensación?	115
3.6. Los Tratados a partir de Boecio	
y la relación con los tratados actuales	118
3.6.1. <i>De institutione musica</i> de A. M. Severinus Boecio	125
3.6.2. <i>Música práctica</i> de Bartolomé Ramos de Pareja	126
3.6.3. <i>Declaración de instrumentos musicales</i> de Juan Bermudo	129
3.6.4. <i>Le Istitutioni Harmoniche</i> de Gioseffo Zarlino da Chioggia	132
3.6.4.1. El número <i>senario</i> de Zarlino	135
3.6.5. <i>De musica libri septem</i> de Francisco Salinas	135
3.6.6. <i>Compendio de música</i> de René Descartes	138
3.6.7. <i>Mysterium Cosmographicum</i> de Johannes Kepler	141
3.6.8. <i>Discorsi e dimostrazioni mathematiche</i> de Galileo Galilei	145

3.6.9. <i>Fragmentos músicos</i> de Fr. Pablo Nassarre	146
3.6.10. <i>Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels</i> de Jean Philippe Rameau	147
3.6.11. <i>Gradus ad Parnassum</i> de Johann Joseph Fux	148
3.6.12. <i>Llave de la modulación</i> de Antonio Soler	149
3.7. Los tratados actuales	152
3.8. El caso del intervalo de Cuarta	162
3.9. Intensidad de las disonancias	173
<b>4. LA DISONANCIA EN EL SIGLO XX</b>	<b>181</b>
4.1. ¿Por qué la atonalidad?	184
4.2. La evolución instrumental	196
4.3. El microtonalismo	198
4.4. La ruptura con el oyente y la búsqueda de nuevos timbres	202
<b>5. LA DISONANCIA DESDE UNA VISIÓN FÍSICA</b>	<b>217</b>
5.1. Las pulsaciones y la banda crítica	223
5.2. Teorías culturales de la consonancia	232
5.3. La inarmonicidad de los instrumentos	236
5.4. El temperamento	239
5.5. Temperamentos antiguos	242
5.5.1. El temperamento pitagórico	242
5.5.2. La Justa Entonación y Zarlino	244
5.5.3. El temperamento de Holder	247
5.5.4. Problemas de la aplicación práctica de la Justa Entonación	251
5.6. Los buenos temperamentos	255
5.7. La estandarización de la frecuencia de afinación	259
<b>6. EL RUIDO</b>	<b>263</b>
6.1. La llegada del ruido a la música	268
6.2. Antecedentes del ruido	268
6.3. El factor cultural	270

6.4. Antecedentes culturales y su impacto social en el paisaje sonoro	272
6.4.1. La Revolución industrial	272
6.4.2. La electricidad	273
6.5. El ruido en la música y los recursos compositivos	275
6.5.1. El figuralismo	276
6.5.2. La música programática	284
6.5.3. Obras musicales que imitan el ruido	284
6.5.4. Ruido en el uso de los instrumentos	307
6.6. Los espacios sonoros y su influencia en las obras	312
6.6.1. Obras musicales inspiradas en efectos acústicos	333
6.6.2. Otros espacios sonoros al aire libre	339
6.7. Los espacios no sonoros	344
6.7.1. Las cámaras anecoicas	344
6.7.2. Espacios libres de ruidos	345
6.8. Los sonidos de la voz	346
6.8.1. El beatboxing	351
6.9. Primeras corrientes musicales que introducen el ruido	352
6.9.1. Del futurismo de 1913 al espectralismo de los años	352
6.10. El paisaje sonoro como proceso compositivo	363
<b>7. RESULTADOS DEL TEST DE PERCEPCIÓN</b>	<b>367</b>
7.1. Valoración de los sonidos y obras del test	372
7.2. Tablas y comentarios	373
7.3. Definiciones de ruido y música de los sujetos de estudio	384
<b>8. LA PERCEPCIÓN</b>	<b>387</b>
8.1. El sistema auditivo en la percepción del sonido	389
8.2. El ruido, ¿sonido indeseable?	393
8.3. El silencio	403
8.4. El contexto del sonido	405
8.4.1. Las definiciones de sonido	406
8.5. Los ruidos bonitos	411
8.5.1. El A.S.M.R.	411

8.5.2. El Foley	414
8.5.3. El diseño sonoro	415
8.6. El ruido como símbolo sonoro	418
8.6.1. El caso de las sirenas	423
8.6.2. Las campanas	426
8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva	429
8.8. Aplicaciones prácticas de las variaciones perceptivas en la música.	
El timbre	445
8.8.1. El vibrato	448
8.8.2. El trémolo	450
8.8.3. El chorus o efecto de coro	450
8.9. El Sistema DOLBY	453
8.10. El algoritmo de compresión MP3	454
<b>9. LA MÚSICA POPULAR DEL S. XX</b>	<b>457</b>
9.1. La disonancia en la música popular	459
9.2. El ruido en la música popular	467
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>473</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>481</b>
11.1. Artículos	492
11.2. Diccionarios y enciclopedias	498
11.3. Tesis doctorales	500
11.4. Normativa	501
11.5. Páginas web de interés	502
<b>12. ANEXOS</b>	<b>507</b>
ANEXO 1: Test de audiciones	509
ANEXO 2: <i>Trattato di musica. Secondo la vera scienza dell' armonía</i> (G. Tartini)	513
ANEXO 3: ROSENFELD, Laurent: How Nazis ruined musical	



Tuning	523
ANEXO 4: NORMA ISO 16 1975 sobre el estándar de afinación	525
ANEXO 5: Normativa acústica de referencia sobre el ruido	529
ANEXO 6: REAL DECRETO 1367/2007 del Ruido	533
ANEXO 7: DIRECTIVA 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental	555
ANEXO 8: Norma UNE-ISO 1996-1	569
ANEXO 9: Norma UNE-ISO 1996-2	573
ANEXO 10: Norma UNE-EN ISO 3382-2	577
ANEXO 11: Definiciones de la <i>International Electrotechnical Commission</i>	581

## II. GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ANSI	American National Standar Institute
aprox.	Aproximadamente
c.	Circa (cerca, alrededor)
Cap.	Capítulo
CD	Compact disc (Disco compacto)
Cent.	Unidad empleada para medir intervalos musicales. Es una centésima de semitono temperado.
Cfr.	Confróntese
dB	Decibelio
dBA	Decibelios ponderados
d.C.	Después de Cristo
d.p.	Dominio Público
Ed.	Editorial
Etc.	Etcétera
Hz.	Hercio
<i>Idem.</i>	La misma obra
<i>Ibíd. o Ibídem</i>	Igual que la referencia anterior
IEC	Internacional Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
Ilust.	Ilustración/imagen
Img.	Imagen/imágenes

ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
Jstor	Journal Storage
Lat.	Latín
LFO	Low frequency oscilation (Oscilador de baja frecuencia)
MIDI	Musical Instruments Digital Interface (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales)
movt.	Movimiento
MP3	MPEG-1 Audio Layer III
MPEG	Moving Picture Experts Group
Mus.	Música
Nº/nº	Número
op. cit.	Obra citada
p./pp.	Página/páginas
Part.	Partitura
R.A.E.	Real Academia Española
RILM	Répertoire International de Littérature Musicale
RISM	Asociación del Repertorio Internacional de Fuentes Musicales
s.	Siglo
Tab.	Tabla
UNE	Una norma española
VV.AA.	Varios autores
VCO	Voltage-controlled oscillator (Oscilador controlado por voltaje)
Vol.	Volúmen

### III. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilust. nº 1	Amplificador y sala de test	51
Ilust. nº 2	Géneros griegos	93
Ilust. nº 3	Modos griegos	94
Ilust. nº 4	Distribución de los tetracordos griegos	95
Ilust. nº 5	Heptacordo griego en los tres géneros (Macran)	95
Ilust. nº 6	Octacordo griego en los tres géneros (Macran)	96
Ilust. nº 7	Proporciones Plutarco (d.p.)	99
Ilust. nº 8	Proporciones A. Quintiliano	100
Ilust. nº 9	Esquema histórico de Filósofos	117
Ilust. nº 10	Sistema solar de J. Kepler	144
Ilust. nº 11	Consonancias de A. Soler	150
Ilust. nº 12	Consonancias de A. Soler II	150
Ilust. nº 13	El intervalo de Cuarta. J. J. Fux	164
Ilust. nº 14	El intervalo de Cuarta. J. J. Fux II	164
Ilust. nº 15	El intervalo de Cuarta. J. J. Fux III	164
Ilust. nº 16	Armónicos a partir de la nota Do	165
Ilust. nº 17	Acorde con disonancias (p – ff)	175
Ilust. nº 18	Sonata nº 3 para piano de L. v. Beethoven	176
Ilust. nº 19	Rango de colocación de la Tercera y la Séptima	178
Ilust. nº 20	Distribución del Archicémbalo de N. Vicentino	199
Ilust. nº 21	Las Pulsaciones (F. Miyara)	223
Ilust. nº 22	Ancho de banda crítico (J. Pierce)	225
Ilust. nº 23	Banda crítica (R. Plomp y W. J. M. Levelt)	228
Ilust. nº 24	Gráfica de máxima disonancia (Plomp y Levelt)	229

Ilust. nº 25	Grados de consonancia de dos tonos complejos	230
Ilust. nº 26	Curva de O. L. Railsback (Wikipedia)	237
Ilust. nº 27	Armónicos campanas (U. Michels)	238
Ilust. nº 28	Coma de W. Holder (D. de Pedro)	247
Ilust. nº 29	Comparación de sistemas de afinación (D. de Pedro)	250
Ilust. nº 30	Máquina de viento (d.p.)	276
Ilust. nº 31	Sistema hexacordal (d.p.)	279
Ilust. nº 32	Distribución del sistema hexacordal (D. de Pedro)	279
Ilust. nº 33	Teatro griego (d.p.)	313
Ilust. nº 34	Tiempo de reverberación (d.p.)	316
Ilust. nº 35	Enmascaramiento vocal/consontante (C. Isbert)	314
Ilust. nº 36	Distancia a la ventana oval (C. Isbert)	316
Ilust. nº 37	Valores de intelegibilidad RASTI/ALCons (C. Isbert)	318
Ilust. nº 38	Curvas NR (A. Rico)	319
Ilust. nº 39	Curvas NC (A. Rico)	320
Ilust. nº 40	Curvas PNC (A. Rico)	321
Ilust. nº 41	Catedral de planta cruz latina (d.p.)	323
Ilust. nº 42	Reflexiones teatro/sala de conciertos (C. Isbert)	324
Ilust. nº 43	Perfil <i>Festspielhaus</i> de Bayreuth (d.p.)	325
Ilust. nº 44	Bocetos Pabellón Philips (d.p.)	326
Ilust. nº 45	Pabellón Philips (d.p.)	327
Ilust. nº 46	Pabellón alemán Osaka, 1970 (d.p.)	328
Ilust. nº 47	Perfil Pabellón alemán Osaka, 1970 (d.p.)	328
Ilust. nº 48	Perfil <i>Elbphilharmonie</i> de Hamburgo (d.p.)	330
Ilust. nº 49	Interior <i>Elbphilharmonie</i> de Hamburgo (d.p.)	331

Ilust. nº 50	Maqueta <i>Pierre Boulez Saal</i> (d.p.)	332
Ilust. nº 51	Planta <i>Pierre Boulez Saal</i> (d.p.)	333
Ilust. nº 52	<i>Artikulation</i> de G. Ligeti (Reiner Wehinger)	337
Ilust. nº 53	Jardín Granja de San Ildefonso (d.p.)	340
Ilust. nº 54	Nueve juncos, naturaleza mecánica (d.p.)	342
Ilust. nº 55	Órgano marino de Zadar (Croacia) (d.p.)	343
Ilust. nº 56	Cámara anecoica del National Metrology Institute of Japan (d.p.)	345
Ilust. nº 57	Frecuencias de las vocales en J. Bjorling (Miller)	350
Ilust. nº 58	Intonarumori (d.p.)	353
Ilust. nº 59	Taller de L. Russolo (d.p.)	353
Ilust. nº 60	Portada de Música Futurista de B. Pratella (d.p.)	354
Ilust. nº 61	Cartel dadaísta (d.p.)	356
Ilust. nº 62	Disposición instrumental de <i>Ionisation</i> de E. Varèse	358
Ilust. nº 63	Espectrograma de <i>Ionisation</i> de E. Varèse	376
Ilust. nº 64	Espectrograma de <i>Ionisation</i> (sirena) de E. Varèse	377
Ilust. nº 65	Espectrograma de Ruido blanco/Ruido rosa	381
Ilust. nº 66	Espectrograma de sonido de agua en cascada	382
Ilust. nº 67	Espectrograma de Ruido de tráfico	383
Ilust. nº 68	Sección aparato auditivo (d.p.)	390
Ilust. nº 69	Percepción de frecuencias en la cóclea (d.p.)	391
Ilust. nº 70	Curvas isofónicas de H. Fletcher y W. A. Munson (d.p.)	392
Ilust. nº 71	Onda senoidal / Onda aleatoria. Ruido. (d.p.)	395
Ilust. nº 72	Nivel de presión sonora de ruidos de la ciudad (A. Rico)	422
Ilust. nº 73	Forma de onda casi triangular de las sirenas (d.p.)	423
Ilust. nº 74	Carrillón de la iglesia de Notre – Dame (Amberes) (d.p.)	428

Ilust. nº 75	Percepción de las notas de la escala (J. A. Sloboda)	430
Ilust. nº 76	Tonos diferenciales	435
Ilust. nº 77	Fenómeno físico – armónico	438
Ilust. nº 78	Percepción de acordes en la serie armónica	440
Ilust. nº 79	Percepción de la Quinta y de la Tercera en acordes	441
Ilust. nº 80	Percepción del acorde de Sexta añadida y de Séptima	441
Ilust. nº 81	Percepción Quinta aumentada (A) y Sexta menor (B)	442
Ilust. nº 82	Logo Sistema Dolby [ <a href="http://www.dolby.com">www.dolby.com</a> ]	453
Ilust. nº 83	Muestreo de señal analógica (d.p.)	455
Ilust. nº 84	Tensiones de Novena, Oncena y Trecena	461
Ilust. nº 85	Acorde de dominante de música brasileña	464
Ilust. nº 86	Escalas mayor, pentatónica menor y de <i>Blues</i>	465
Ilust. nº 87	Afinación de batería y congas	468
Ilust. nº 88	Onda con distorsión	470

#### IV. ÍNDICE DE PARTITURAS (Extraídas de [www.imslp.org](http://www.imslp.org))

Part. nº 1	<i>Musica prisca caput</i> (1555) de N. Vicentino	200
Part. nº 2	<i>Clapping music</i> (1972) de S. Reich	215
Part. nº 3	Ejemplo coral de la aplicación de la Justa Entonación	252
Part. nº 4	Ejemplo de la aplicación de la Justa Entonación (comas)	253
Part. nº 5	Madrigal <i>Solo e pensoso i piú deserti campi</i> (1599) de Marenzio	281
Part. nº 6	Madrigal <i>Moro, lasso, al mio duolo</i> (1613) de C. Gesualdo	282
Part. nº 7	Aria <i>When I am Laid</i> de la ópera <i>Dido y Eneas</i> (1689) de Purcell	283
Part. nº 8	<i>La Primavera</i> de <i>Las cuatro estaciones</i> (1725) de A. Vivaldi	285
Part. nº 9	<i>Le rappel des oiseaux</i> (1724) de J. Ph. Rameau	286
Part. nº 10	<i>La poule</i> (1727) de J. Ph. Rameau	287
Part. nº 11	<i>Les éléments</i> (1737) de J. F. Rebel	287
Part. nº 12	<i>Sexta sinfonía</i> op.68 (1808) de L. van Beethoven	288
Part. nº 13	<i>Octava sinfonía</i> op.93 (1811) de L. van Beethoven	289
Part. nº 14	<i>Le vent</i> op.15 (1837) de C. V. Alkan	290
Part. nº 15	<i>Le carnaval des animaux</i> (1886) de C. Saint – Saëns	290
Part. nº 16	<i>Danse Macabre</i> op.40 (1874) de C. Saint – Saëns	291
Part. nº 17	<i>Cuadros de una exposición</i> (1874) de M. Mussorgsky	291
Part. nº 18	<i>Catalogue d'oiseaux</i> (1956 – 58) de O. Messiaen	292
Part. nº 19	<i>Lamento della Ninfa I</i> (1638) de C. Monteverdi	293
Part. nº 20	<i>Lamento della Ninfa II</i> (1638) de C. Monteverdi	293



Part. n° 21	<i>Les caractères de la Guerre</i> (1724) de J. F. Dandrieu	294
Part. n° 22	<i>Sonata en Re mayor</i> K.119 (1749) de D. Scarlatti	295
Part. n° 23	<i>Grand jeu avec le tonnerre</i> (1787) de M. Corrette	296
Part. n° 24	<i>Canonade</i> de C. B. Balbastre	296
Part. n° 25	<i>Cantata</i> BWV54 (1714), <i>Widerstehe doch der Sünde</i> de Bach	297
Part. n° 26	<i>Divertimento</i> KV138/125c (1772) de W. A. Mozart	297
Part. n° 27	<i>Obertura de Otello</i> (1885) de G. Verdi	298
Part. n° 28	<i>La fundición de acero</i> op.19 (1927) de A. Mosolov	299
Part. n° 29	<i>Dynamic Motion</i> (1922) de H. Cowell	300
Part. n° 30	<i>Suicide in an aeroplane</i> (1916) de L. Ornstein	301
Part. n° 31	<i>Therenody to de victims of Hiroshima</i> (1960) de K. Pendereki	302
Part. n° 32	<i>Lux aeterna</i> (1966) de G. Ligeti	303
Part. n° 33	<i>Bataille de Marignan</i> (1515) de C. Janequin	304
Part. n° 34	<i>Le chant des oiseaux</i> (1529) de C. Janequin	305
Part. n° 35	<i>Of all the instruments</i> Z.263 de H. Purcell	306
Part. n° 36	<i>Full Fathom Five</i> (1951) de R. V. Williams	307
Part. n° 37	<i>Marte de Los planetas</i> op. 32 (1914 – 16) de G. Holst	308
Part. n° 38	<i>Fandanguillo</i> op.36 (1925) de J. Turina	308
Part. n° 39	<i>El sitio de Zaragoza</i> de C. Oudrid	209
Part. n° 40	<i>The Banshee</i> (1925) de H. Cowell	310
Part. n° 41	<i>Sonata para piano preparado</i> (1946 – 48) de J. Cage	310
Part. n° 42	<i>Grande Messe des Morts</i> op.5 (1837) de H. Berlioz	311
Part. n° 43	<i>Cantata Gottes Zeit ist die allerbeste Zeit</i> , BWV106 de Bach	334

Part. nº 44	Cuarteto <i>Tendre amour</i> de las <i>Indes galantes</i> de J. Ph. Rameau.	335
Part. nº 45	<i>Lux Aurumque</i> de E. Whitacre	336
Part. nº 46	Rondó <i>Les barricades misterieuses</i> de F. Couperin	338
Part. nº 47	<i>Preludio</i> BWV346 de <i>El Clave bien temperado</i> (1722) de Bach	338
Part. nº 48	<i>Preludio</i> BWV999 de <i>El Clave bien temperado</i> (1722) de Bach	338
Part. nº 49	<i>Zarabanda</i> de la <i>Suite IX</i> BuxWV235 de D. Buxtehude	339
Part. nº 50	<i>Che puro ciel</i> de la ópera <i>Orfeo ed Euridice</i> Wq.30 de W. Gluck	341
Part. nº 51	<i>Novena Sinfonía</i> op. 125 (1824) de L. van Beethoven	439
Part. nº 52	<i>Bolero</i> (1928) de M. Ravel	444

## V. ÍNDICE DE TABLAS

Tab. nº 1	Esquema percepción del sonido (Objetividad/subjetividad)	84
Tab. nº 2	Tetracordos de Plutarco	99
Tab. nº 3	Consonancias y disonancias de G. Zarlino	133
Tab. nº 4	División consonancias perfectas e imperfectas de G. Zarlino	134
Tab. nº 5	Grados de consonancias de R. Descartes	140
Tab. nº 6	Consonancias de J. Kepler (R. García)	143
Tab. nº 7	Grados de suavidad de los intervalos en L. Euler	221
Tab. nº 8	Grado de consonancia en C. Stumpf	233
Tab. nº 9	Comparación de temperamentos	250
Tab. nº 10	<i>Risveglio di una citta</i> (1913) (L. Russolo)	373
Tab. nº 11	<i>Ursonate</i> (1922) (K. Schwitters)	374
Tab. nº 12	<i>Ionisation</i> (1933) (E. Varèse)	375
Tab. nº 13	<i>Canto de los adolescentes</i> (1955) (K. Stockhausen)	378
Tab. nº 14	<i>Artikulation</i> (1959) (G. Ligeti)	379
Tab. nº 15	<i>WaterWalk</i> (1960) (J. Cage)	380
Tab. nº 16	Niveles de dB/tiempo	396
Tab. nº 17	Clasificación de sirenas por intervalos	424

## **1. PLANTEAMIENTO**



## **1.1. Introducción**

El hombre siempre ha convivido con el ruido. Lo acompaña configurando la banda sonora de su vida desde el nacimiento hasta su muerte. Los conceptos de sonido, música y ruido que en un tiempo eran claramente diferenciados rigiéndose por las normas de la estética, las proporciones y lo que se consideraba bello y bueno para el espíritu, hoy se difuminan en un proceso gradual que ya no permite diferenciarlos de forma tan clara.

El constante proceso evolutivo y el desarrollo de la humanidad a través de los siglos conformaron decisivamente los sonidos que han acompañado y condicionado la vida de los hombres. Desde los primeros sonidos de la naturaleza que escucharon en la época prehistórica, pasando por el sonido de la voz humana en lenguas hoy desaparecidas, hasta los producidos por las máquinas, hay un proceso irrepetible de épocas caracterizadas por sonidos concretos.

La música, como cualquier arte, es el eco de la sociedad del momento, lo que se quiere expresar y la forma de hacerlo corresponde fielmente a la búsqueda de nuevas formas de expresión creando ideales estéticos de los que después se huye por considerarse agotados. Esta búsqueda origina un constante movimiento y evolución de las formas artísticas que se han dado a lo largo de los siglos, imponiendo, a veces de forma frenética como ha ocurrido en el siglo XX, un proceso de reinvención continuo en el que los límites entre la música y el ruido se difuminan hasta desaparecer por completo.

Con el tiempo han variado las representaciones que el hombre se ha hecho del sonido y del ruido dependiendo de las circunstancias y del contexto ambiental, social, histórico, etcétera. Hoy en día existe una conciencia real del ruido que, dependiendo del contexto en el que se esté, hace comprender el entorno sonoro e interaccionar con él. El ser humano está aprendiendo a valorar la musicalidad de lo que le rodea, el paisaje sonoro, así como el silencio, controlando lo que resulta perjudicial y con una predisposición a escuchar nuevos mundos sonoros de la mano de la experimentación.

## 1.2. Estado de la cuestión

El presente trabajo recoge el estado de las investigaciones publicadas y bibliografía divulgativa sobre la cuestión hasta el día de hoy desde los diferentes enfoques de estudio.

Desde el punto de vista semántico y etimológico, no se encuentran estudios previos que aborden de forma integral el origen y significado del término *ruido* y sus sinónimos. Cada tipo de fuente estudiada ofrece una visión parcial del asunto:

- En los diccionarios semánticos: se limitan a definir las diferentes acepciones de la palabra y sus sinónimos, con variaciones dependientes de la época en la que cada uno de los analizados fue escrito.
- En los diccionarios etimológicos: intentan determinar el origen histórico del término, pero no son claros en las explicaciones y dan lugar a confusión en muchas ocasiones. La visión de la etimología extranjera ha sido de gran utilidad para esclarecer muchas particularidades que parecían inconexas o perdidas.
- En los manuales técnicos: Los tratados de acústica y telecomunicaciones utilizan mucho el término, los estudios realizados en estos campos presentan una terminología común sobre el ruido que me ha permitido acotar la definición del término en mayor o menor medida.
- En los enfoques psicológicos y la normativa sobre ruidos: presentan también definiciones y particularidades similares a los anteriores tratados de acústica, pero se centran principalmente en los efectos nocivos sobre las personas.
- En el campo de la musicoterapia: también entra en el terreno de los ruidos utilizándolos para la relajación.

En la historia de la música no se habla del ruido como un elemento constitutivo del arte sonoro hasta entrado el siglo XX. A partir del manifiesto futurista, en 1913, el panorama musical cambia rápidamente empezando a tener en cuenta los llamados *sonidos no musicales* que, anteriormente, siempre se habían mantenido fuera del discurso musical. En los libros consultados, todo lo referente a las corrientes musicales como la música cromática del posromanticismo, expresionismo, dodecafonismo y

atonalismo se separa de la aparición del nuevo arte sonoro, basado en los nuevos timbres, como si se tratara de etapas completamente diferentes, aunque fueran contemporáneas. De hecho, es habitual encontrar tratados completos de armonía que incorporan las corrientes atonales, pero no incluyen las corrientes ruidistas de forma analítica cuando, en muchas ocasiones, tenían esquemas y formas más definidas que algunas corrientes atonales.

Los tratados consultados se limitan sólo al fenómeno musical obviando el factor cultural de cada momento de la historia. Conociendo los avances tecnológicos que se produjeron en cada época no es difícil imaginarse los sonidos que pudieron rodear la vida en épocas pasadas. Olvidar estos datos es prescindir de una parte importante de la específica cultura sonora de cada época, cuya evolución muestra cómo la sociedad se ha ido volviendo paulatinamente más ruidosa.

Sobre la percepción del sonido hay numerosos estudios que explican cómo el ser humano percibe la música y el sonido en general. Además, los propios tratados de acústica describen, aunque de manera general, el funcionamiento del oído, pero sólo a nivel físico. Los estudios psicológicos y las normativas vigentes analizan con precisión los efectos del ruido en el ser humano desde varios puntos de vista. Sería inútil reproducir aquí todos los estudios disponibles sobre la percepción ya que sólo interesa mostrar que la comprensión de ese sonido percibido puede producir respuestas muy diferentes en cada persona. Sin embargo, hay que tener en cuenta que todos estos estudios se han realizado partiendo de la base de que:

- Principalmente, la escucha musical se realiza con música tonal, ejemplos tonales cortos o sonidos con alturas definidas. Pueden aparecer ejemplos atonales pero seguidos de ejemplos tonales.
- Se habla de sonidos no deseados que se oyen de forma obligada y frecuentemente a niveles de intensidad altos. O sonidos de baja intensidad y frecuencia que resultan molestos por aparecer como ruido de fondo perturbando una actividad o comunicación. Perceptivamente, el ruido siempre se entiende como no deseado, molesto y carente de información.
- Dentro del campo de la psicología ambiental, los estudios en los que se analiza el ruido desde el punto de vista de la escucha consciente en la relación del hombre con el medio, son relativamente modernos y escasos. En ellos, la



valoración del ruido depende únicamente de la información que aporta dentro del contexto donde se percibe.<sup>1</sup> Los problemas y dificultades en el análisis del sonido radican tanto en su dimensión subjetiva y en la existencia de diferentes tipos de escucha como en los múltiples matices y en la complejidad de las estructuras físicas ligadas al sonido. El sonido, dependiendo de dichas variables, puede resultar molesto, no aportar nada relevante o, por el contrario, puede convertirse en un proceso comunicativo incluso emocional y de alto valor estético.

Las revistas especializadas en el ruido como la Sociedad Española de Acústica, Acta acústica, SISMA, Applied Acoustics Systems, etcétera, así como numerosas páginas sobre salud y acústica, incluidas en la bibliografía, analizan estos fenómenos desde puntos de vista muy concretos y específicos. La prensa también se ha hecho eco y, de forma periódica, se publican artículos alertando de los peligros para la salud producidos por la falta de control del ruido en las ciudades.

De estas páginas y revistas se ha extraído la información de los artículos que compete al estudio intentando evitar desviarse del tema a caminos secundarios que no sirven al propósito del trabajo y no tienen relación directa con la música o con el fenómeno perceptivo. Así mismo, se ha intentado evitar las numerosas redundancias informativas que aparecen en dichos artículos evitando el exceso de información cuando se considera que una idea o resultado de estudio es claro. Toda la información que se ha considerado relevante está incluida en el cuerpo de trabajo en diversos puntos.

En los últimos años han aparecido muchos estudios más generales con características diferentes donde se aborda el ruido desde múltiples puntos de vista. Por ejemplo, el libro de David Hendy, *A human history of sound and listening*,<sup>2</sup> trata de una historia narrativa sobre el ruido y la escucha centrada en el ser humano. Revela cómo ha cambiado la comprensión de sus semejantes y el mundo que le rodea, ya que su vida está moldeada por su necesidad de escuchar y ser escuchado. El autor reconstruye los ambientes acústicos y los mundos sonoros desaparecidos de los antepasados y contemporáneos, buscando las raíces del lenguaje humano en los sonidos y ritmos del cuerpo, latidos del corazón, respiración, caminar, etcétera.

---

<sup>1</sup> Estudios de I.Lopèz Barrio, J. D. Guillén, J. L. Carles, etcétera.

<sup>2</sup> HENDY, David: NOISE. *A human history of sound and listening*. London. Profile Books. 2014.

En una línea similar se encuentra el libro de Paul Hegarty, *Reverberations. The philosophy, aesthetics and politics of noise*,<sup>3</sup> que trata el ruido no sólo como un fenómeno sonoro sino como un componente esencial de todos los sistemas de comunicación e información. Reúne una serie de perspectivas, estudios de casos, críticas y sugerencias sobre cómo el ruido puede movilizar el pensamiento y la actividad cultural a través de un aumento de la creatividad crítica. A veces resulta un poco especulativo en determinadas opiniones.

Otro interesante libro de Hegarty, *Noise / Music. A History*,<sup>4</sup> estudia el fenómeno del ruido en la música desde la música experimental de principios del siglo XX hasta la música japonesa del ruido y la electrónica *glitch* de hoy. Sitúa y analiza diferentes géneros musicales en su contexto cultural, estético e histórico. Sostiene que el ruido es un juez sobre el sonido y que, lo que es ruido, puede llegar a ser aceptable como música, ya que en muchos sentidos la idea del ruido es similar a una idea de la vanguardia. Ofrece una visión histórica desde la música surgida a mediados de los años 70, industrial, punky, jazz libre, o el ruido más puro de alguien como Merzbow. Habla desde las discusiones de John Cage, Erik Satie y Pauline Oliveros hasta bandas como Throbbing Gristle y The Boredoms. Estudia también las ideas de los pensadores como Adorno y Deleuze.

Con una idea similar al último libro de Hegarty, se encuentra el libro de Joanna Demers, *Listening through the noise. The aesthetics of experimental electronic music*,<sup>5</sup> en el que estudia cómo la música electrónica está cambiando la forma en que se escucha no sólo la música, sino el sonido en sí mismo. El rasgo común entre todas las variantes de la música electrónica experimental reciente es la preocupación de si el sonido, en sí mismo, tiene significado. En el vacío creado por la desaparición del marco musical, han surgido diferentes filosofías de la escucha. Algunos géneros de música electrónica insisten en la inescrutabilidad y la abstracción del sonido. Otros sostienen que el sonido funciona como un signo que apunta a conceptos o lugares más allá de la obra. Pero todos comparten un enfoque hacia la escucha que parte fundamentalmente de las

---

<sup>3</sup> HEGARTY, Paul: *Reverberations. The philosophy, aesthetics and politics of noise*. London. Continuum. 2012.

<sup>4</sup> HEGARTY, Paul: *Noise / Music. A History*. London. Continuum. 2007.

<sup>5</sup> DEMERS, Joanna: *Listening through the noise. The aesthetics of experimental electronic music*. New York. Oxford University Press, Inc. 2010.

expectativas que han gobernado la escucha de música en Occidente durante los cinco siglos anteriores.

*Noise*<sup>6</sup> de Bart Kosko tiene una línea muy diferente a los anteriores ya que trata el problema del ruido desde regulaciones sobre niveles de ruido en áreas residenciales hasta llegar a la teoría de la información. En algunos puntos es demasiado técnico, pero es un libro interesante como introducción al tema del ruido con numerosas referencias si se quiere profundizar.

*Listening to noise and silence*<sup>7</sup> de Salome Voegelin propone escuchar obras de arte sonoras y el entorno acústico cotidiano, estableciendo una estética y filosofía del sonido y promoviendo la noción de sensibilidad sonora. Trata de establecer una crítica del arte sonoro, ya que escuchar ruido y silencio amplía la discusión que rodea el arte sonoro y abre el campo para que otros lo sigan.

En un terreno más filosófico está el libro de Greg Hainge, *Noise Matters. Towards an ontology of noise*.<sup>8</sup> Es un estudio ontológico acerca del sonido y la cultura donde se revela la complejidad del ruido, y su materialidad en los mundos virtual y real. Todas las personas conocen qué es el ruido, incluso se puede decir que el ruido de un hombre o para un hombre es la música para otro. Habla de la subjetividad de la definición de ruido puesto que no es sólo un sonido desagradable. Para el autor es importante hacer una mirada más cercana y basada en la escucha.

Todos estos estudios tienen un carácter más generalista, y, bien porque en ocasiones contienen algunas conclusiones poco sustentadas que pueden llegar a considerarse casi opiniones personales, o por no entrar en nuevos caminos fuera de la música que exceden al propósito del trabajo, se ha decidido no hacer un estudio más pormenorizado de ellos. Sin embargo tienen interés porque parten de una base científica en la que se relaciona el ruido con otras disciplinas adquiriendo un valor adicional ya que el presente trabajo procede de una forma similar. Todo lo que se ha considerado más interesante para la investigación, relacionado con el ruido y la música, se ha tenido en cuenta y se ha incluido en el cuerpo de tesis.

---

<sup>6</sup> KOSKO, Bart: *Noise*. New York. Penguin Group. 2006.

<sup>7</sup> VOEGELIN, Salome: *Listening to noise and silence*. London. Bloomsbury 3PL. 2010.

<sup>8</sup> HAINGE, Greg: *Noise Matters. Towards an ontology of noise*. New York. Bloomsbury Academic. 2013.

### **1.3. Justificación y relevancia de la investigación**

La justificación de este trabajo nace principalmente de la pregunta: Si la música se utiliza para deleitar y los ruidos se consideran sonidos desagradables ¿Por qué a comienzos del siglo XX la música incluye los ruidos como medio de expresión sonora?

La variada tipología de fenómenos que surgen durante el desarrollo del trabajo pone de manifiesto la complejidad del objeto de estudio. Ordenar una serie de causas que conducen desde la antigüedad hasta la aparición del ruido en el siglo XX supone establecer unos criterios organizativos que permitan seguir esta evolución sin desviar la atención por la cantidad de información relacionada que va apareciendo. Esta información procede de diversas disciplinas a las que hay que acercarse para poder comprender mejor determinados fenómenos histórico-musicales. Los criterios se establecen en base a la relevancia que cada disciplina tiene en el desarrollo del trabajo y lo que aporta al objeto de estudio.

Situar a la disonancia como una de las principales precursoras del ruido en la música pone en juego la percepción y la fiabilidad de los sentidos para juzgar lo que se considera musical, bonito o agradable. La estética ofrece una visión histórica bastante cercana de la evolución y del porqué de ciertos sucesos históricos, pero no es capaz de explicar lo que concierne al terreno de la sociología y la psicología en lo que a la percepción se refiere. Es un terreno en el que no está clara la línea que separa la subjetividad y la objetividad a la hora de valorar los aspectos artísticos de las obras contemporáneas.

## 1.4. Hipótesis

Para esta investigación se parte de la siguiente hipótesis de trabajo:

El ruido como fenómeno físico no varía a lo largo del tiempo, y como fenómeno cultural, en su incorporación a la música del siglo XX, qué es ruido o no depende en primer lugar de la intencionalidad artística de los compositores, y, finalmente, del criterio de los oyentes que, fuera de un contexto codificado y sin una formación específica, tendrán dificultades para determinar si lo que escuchan se trata de ruido o de una manifestación artística.

Así pues, la cuestión principal es cómo ha variado el concepto del ruido a lo largo de la historia y cómo se ha llegado a considerar algo que forma parte del arte convirtiéndose en un elemento constitutivo del mismo.

Desde la hipótesis de trabajo, para llegar a conclusiones plausibles, la investigación desarrolla las siguientes vertientes de estudio:

- La variación del concepto de ruido: El estudio de las fuentes muestra que el concepto de esta palabra no ha variado sustancialmente con el tiempo, por lo tanto, sigue manteniendo el mismo cariz negativo e, incluso despectivo.
- En la música se puede apreciar una similitud perceptiva entre el efecto que crea la disonancia y el ruido, estableciéndose, la primera, como precursora del segundo en la historia de la música.
- La concepción del concepto de disonancia y consonancia tampoco ha variado a lo largo del tiempo. La evolución musical ha adaptado esta concepción incluyendo ciertos intervalos que antes no se consideraban consonantes y aptos para la música, incluyéndolos en la práctica musical ya que esas consideraciones partían de la proporcionalidad de los intervalos, o sea, de la teoría sobre el papel y no en la práctica.
- Por lo tanto, sensorialmente, siempre se ha percibido de forma muy similar la música y el ruido, incluso con el barniz que la estética de cada momento iba imponiendo.

- Entonces, ¿por qué el arte incluye algo que se considera desagradable? La evolución musical ha seguido una línea casi recta, aunque no siempre a velocidad constante, hasta el siglo XX. La libertad de ideas y de formas unida al interés por la experimentación han influido decisivamente en la curiosidad del hombre por buscar nuevos caminos de expresión. En el arte, lo predecible se vuelve aburrido y lo impredecible se vuelve incómodo. Es la pericia del compositor la que, al unir estos dos factores, crea una verdadera obra de arte. El deseo de romper con todo lo anterior ha llevado a la música a unas líneas de evolución extremas en las que cualquier sonido vale.
- El valor del entorno se vuelve decisivo en sociedades cada vez más ruidosas que marcan la diferencia con la antigüedad. Los sonidos naturales son sustituidos por sonidos tecnológicos incrementando los niveles sonoros y cambiando para siempre el paisaje sonoro donde el hombre actual habita un universo acústico antes inimaginable. El estrés generado por el ruido cambia la manera de pensar y de proceder en el arte. Esta relación con el entorno acabará manifestándose bajo múltiples formas vinculadas a la composición musical: texturas, densidades, estructuras, movimientos, configuraciones sonoras, etcétera.
- La relación entre el concepto de ruido y el de disonancia no se vuelve casual a las puertas del convulso siglo XX en el que la llegada de éstos a la música se da por un proceso gradual e inevitable de evolución musical, no exenta de cierto componente caótico, que lleva a la búsqueda desesperada de nuevos medios de expresión en un arte en el que la tonalidad, ingrediente principal responsable del mayor avance musical conocido hasta nuestros días, se empezaba a considerar antiguo y agotado.
- La dificultad de aceptación de muchas de estas manifestaciones artísticas, tanto atonales como *ruidistas*, motiva el estallido en mil corrientes musicales que se abren paso a una velocidad vertiginosa en el transcurso del siglo XX como rechazo a la complejidad de la nueva música.
- Si desde el Barroco la practicidad del temperamento igual y la tonalidad habían dominado en la composición sobre las proporciones matemáticas, llevando a la música a un porvenir glorioso durante los tres siglos siguientes, en el siglo XX, la complejidad en diversos ámbitos vuelve a hacer su aparición llegando a tener partidarios y detractores extremos. El avance del arte exige

un avance paralelo en la comprensión de éste, por lo tanto, de una nueva forma de escuchar el entorno.

- En el sonido, la subjetividad de comprensión viene determinada por la subjetividad física de la percepción, que a su vez está condicionada ampliamente por el entorno. Al desaparecer ciertas estructuras básicas de orden, esta comprensión de nuestro entorno sonoro se vuelve mucho más subjetiva al incluir sonidos que antes habían sido excluidos.

La llegada del ruido a la música se produce como un proceso gradual originado por la evolución del arte sonoro desembocando en una complejidad creciente de las estructuras del sonido y de los timbres que lo componen y no como convicciones particulares de los compositores de cada época. Cada una de estas épocas de la historia de la música ha impuesto una serie de ámbitos, normas y patrones en la experimentación y a su vez unos límites. El testigo que han ido dejando los compositores ha sido recogido por los músicos más innovadores para continuar una línea histórica bastante marcada. Esta línea ha sido bastante recta desde los comienzos de la música occidental, creciendo posteriormente de forma exponencial, por la rápida sucesión de acontecimientos en el siglo XX. Fenómenos como el microtonalismo de la música griega (hablando de monodia) se abandonaron por su gran complejidad para después ser retomados, reinventados y ampliados en las épocas que mejor se han adaptado a su resurgimiento y a su aceptación.

El uso y aceptación progresiva de la disonancia marca este camino hacia el cambio a lo que han contribuido también las transformaciones producidas en el progreso de la cultura y la sociedad occidental. No es sólo la experimentación si no la aceptación por parte del público de unas ideas que en un principio pueden resultar excesivamente rompedoras. La vertiginosa sucesión de hechos ocurridos en el siglo XX, sumado al cambio de pensamiento en la sociedad, que ha dado cabida en el arte a todo tipo de sonidos, supone una ruptura con el oyente suprimiendo su capacidad para decidir qué es arte. Esta capacidad se volcará en el siglo XX sobre los propios artistas. Esto es debido a que la capacidad de escuchar no ha ido al mismo ritmo que la capacidad de evolución de la música. Nuestro oído se consolida como un sistema de escucha imperfecto que acentúa y enmascara matices.

En las disciplinas de la psicología y la musicoterapia, el ruido (con determinadas connotaciones) se llega a aceptar como una herramienta terapéutica eliminando de su definición el matiz de sonido indeseado en estos ámbitos. Se puede encontrar belleza en los ruidos e incluso determinado tipo de ruidos pueden llegar a ser placenteros.



## 1.5. Objetivos

En base a lo expuesto anteriormente se pueden establecer dos objetivos principales:

1.- *Establecer la evolución del concepto de ruido a lo largo de los siglos.* Este es uno de los objetivos principales dado que, de ésta evolución vista desde el desarrollo histórico de la música, se derivará todo el trabajo. De este objetivo se extraen los siguientes:

- Determinar qué acontecimientos de la evolución de la música ha desencadenado los movimientos surgidos en el siglo XX.
- Ofrecer una visión de la música como una ciencia que aúna la percepción sensorial, la matemática y la física.
- Mostrar la línea de desarrollo que ha seguido la evolución de la música desde la antigüedad clásica hasta nuestros días a través de las corrientes que han desembocado en la aparición del ruido explícito en el arte musical.
- Demostrar que el ruido puede aportar timbres interesantes a la música que sean percibidos como agradables.

2.- *Profundizar en el conocimiento de las interacciones entre variables físicas, perceptivas y culturales en nuestras interpretaciones y valoraciones del entorno sonoro y en la propia percepción de la música.* Con este objetivo se se pone de manifiesto la complejidad del sistema auditivo en el que confluyen variables físicas, culturales y perceptivas, cuantitativas y cualitativas, etcétera.

De este objetivo se pueden extraer los siguientes:

- Analizar la importancia del contexto en nuestra capacidad perceptiva y en particular en el análisis y escucha del paisaje sonoro.
- Profundizar en el conocimiento de las respuestas subjetivas a los estímulos sonoros tratando de objetivarlo (cuantificarlo) mediante métodos de medida apropiados que contemplen las interacciones entre aspectos cuantitativos y aspectos cualitativos.

- Mostrar que, pequeñas variaciones en los parámetros de un sonido, así como pequeñas variaciones en las situaciones de escucha, pueden hacer variar la percepción de ese sonido.

3.- Servir como base y punto de partida para futuros estudios:

- Que traten la música como una manifestación sonora donde tienen cabida todo tipo de sonidos.
- Que estudien la música partiendo de cualquiera de las disciplinas que se tratan en el trabajo o sus temas transversales: filosófica, psicológica, sociológica, acústica, etcétera.
- Que relacionen los mismos conceptos y estudios para llevar a cabo ampliaciones en el estudio de la dualidad música-ruido.
- Que desarrollen métodos interdisciplinarios para estudiar la conexión entre sonido, imagen, espacio, cuerpo, movimiento, etcétera.

## 1.6. Metodología

Nuestra investigación utiliza las siguientes herramientas metodológicas:

1. Consulta y análisis de fuentes: Se ha basado en la selección de fuentes representativas sobre tres temas fundamentales en torno a los que gira el trabajo:
  - a. Fuentes etimológicas: Con el fin de estudiar si el significado de la palabra ruido ha variado durante los años. He seleccionado diccionarios representativos de varias épocas de la historia partiendo desde la fuente más lejana posible de la que se tienen datos para establecer una línea evolutiva del término.
  - b. Fuentes musicales: He seleccionado varios tratados musicales antiguos y modernos, bien conocidos por los músicos, para establecer una comparación entre ellos y poder trazar una línea evolutiva entre la antigüedad y el siglo XX.
  - c. Fuentes no musicales: Selección de artículos, enciclopedias y libros que tratan el tema de la percepción, el oído, la física y la acústica de forma no musical.
2. Comparación de las fuentes: Comparación de teorías y términos para extraer una conclusión sobre la percepción del ruido, sus orígenes y las causas de su inclusión en la música.
3. Selección y análisis de citas: La idea del trabajo es dejar hablar a los autores y, por medio de sus palabras, explicar los asuntos que se van tratando en el trabajo. Por eso, he creído conveniente utilizar como base las citas textuales donde se puede apreciar el pensamiento de cada uno de los autores acompañándolo después de una explicación.
4. Análisis de fragmentos musicales: El análisis de ejemplos musicales de cada época y su comparación con las teorías antes expuestas trazan una línea desde la música antigua y su concepción del ruido hasta la época contemporánea. Es la

demostración práctica de la evolución musical hasta nuestros días. Para ello he seleccionado una serie de pasajes musicales que considero de interés.

5. Estudios de las normativas vigentes sobre el ruido: En base a las normas vigentes hoy en día se puede ver cómo se regula la emisión del ruido y cómo afecta esto al paisaje sonoro de un lugar concreto.
6. Observar la influencia de la percepción y de la subjetividad en la escucha basándose en estudios y situaciones concretas y mediante un test de audiciones. Estudios sobre la física y la acústica.
7. Efectos nocivos del ruido en el ser humano: Cómo afecta el ruido al ser humano y qué contextos llevan a la concepción del ruido como sonido no deseado. Los artículos sobre medicina permiten un análisis muy completo sobre esto.

### **1.6.1. Fuentes utilizadas**

#### *Fuentes Primarias*

Diccionarios antiguos.  
 Diccionarios modernos.  
 Diccionarios etimológicos.  
 Tratados musicales antiguos.  
 Tratados musicales modernos.  
 Tratados de física acústica.  
 Normativas vigentes.

#### *Fuentes Secundarias*

Estudios sobre música.  
 Estudios sobre física y acústica.  
 Tratados de estética musical.  
 Artículos médicos.  
 Artículos científicos.  
 Artículos de opinión.  
 Enciclopedias.

### **1.6.2. La interdisciplinaridad**

Supone un reto abordar un tema como la aparición del ruido en la música ya que entraña hablar de muchos temas relacionados entre sí que aportan visiones muy diferentes, e igualmente importantes, a las preguntas planteadas en la hipótesis. Sin embargo, todas las conclusiones parecen apuntar en la misma dirección.

Se puede agrupar estas disciplinas en base a su campo de estudio y la similitud de sus ideas:

- La estética y la filosofía: La estética sienta las bases y regula lo que se considera musicalmente bello en cada momento de la historia. La filosofía explica el mundo que nos rodea intentando darle un sentido.
- La psicología y la sociología: La psicología estudia las reacciones humanas en relación a un estímulo dado, cómo se percibe y cómo le afecta su entorno sonoro. La sociología explica las diferentes sociedades a lo largo del tiempo, en este caso una sociedad que se ha vuelto más ruidosa y en la que ha aparecido una serie de elementos, como son las máquinas, que han cambiado la vida de las personas.
- La música y la historia: Se puede observar la evolución musical desde la antigüedad griega hasta nuestros días a través de los tratados que aquí se presentan y que son una referencia histórica primaria en este trabajo.

No sería lógico hablar de la aparición del ruido en la música sin hablar de los precursores, sin analizar la importancia histórica sobre la que se basa el sistema musical y los condicionantes que tuvo hasta llegar a lo que hoy conocemos. De la misma forma, no se puede hablar de cómo entiende el ser humano el ruido sin hablar de la percepción psicológica y auditiva que determinan lo que se considera o no agradable, ni ignorar los agentes externos, que influyen decisivamente en el paisaje sonoro que forma el contexto en el que se desenvuelve la vida del hombre.

Los 30 años de Historia que van de 1890 a 1920 son el punto donde confluye la historia musical anterior en lo tocante al ruido, donde estalla todo el conjunto de ideas que se vienen gestando desde siglos atrás con toda la historia moderna de la música bajo un panorama ecléctico dando lugar al nacimiento de una de las mayores transformaciones de toda la historia de la música y de un nuevo arte sonoro.

### **1.6.3. Límites del trabajo**

Debido a la complejidad del trabajo en el ámbito de estudio y la fuerte interdisciplinaridad de éste, creo importante aclarar determinados aspectos.

El presente trabajo se enfoca en la percepción dentro del ámbito musical. El resto de disciplinas consultadas y explicadas, así como los temas transversales que se desprenden de esta investigación se nombran y estudian como explicación y complemento a lo anterior y siempre para demostrar los términos de la hipótesis.

En cuanto a la extensión del trabajo, este se limita a explicar la confluencia de corrientes y condicionantes que llevan a la llegada del ruido a la música y cómo se puede considerar como arte determinados sonidos. Esto se produce en la primera mitad del siglo xx. Los estudios posteriores y actuales, de los que habla el estado de la cuestión, quedan reflejados para completar un tema complejo y como complemento al estudio general mostrando la evolución de dichos estudios y del término ruido hasta la actualidad sin constituir un pilar básico del trabajo.

#### **1.6.4. Etimología y Definición**

Para buscar una definición única de ruido se han consultado varios diccionarios y enciclopedias. Los criterios de selección de dichos diccionarios y enciclopedias dependen fundamentalmente de la época en la que fueron publicados.

Para la época actual se ha seleccionado el diccionario de la Real Academia Española (R.A.E.). Después se ha consultado la definición de Wikipedia por ser una de las enciclopedias más populares en Internet. A continuación, se ha utilizado un diccionario de la Real Academia Española del año 1914 y una enciclopedia tradicional *DURVAN* publicada entre 1963 y 1965, puesto que el objeto de estudio está enmarcado aproximadamente entre estas fechas.

Puesto que también se trata de ver, a grandes rasgos, la evolución del término, se ha seleccionado un diccionario del año 1783 de la página web del Instituto Cervantes, un diccionario etimológico un siglo posterior, de 1882 y el *Nuevo Diccionario Latino – Español etimológico* de 1867. Todos publicados en Madrid. Se ha consultado un diccionario de sinónimos y antónimos para observar la relación entre el ruido y los términos que tienen significados similares y contrarios, así como el Corpus Diacrónico del Español (CORDE).

Para la etimología se han utilizado dos diccionarios ilustrados de Latín – Español *Spes* y varios traductores Latín – Español de Internet así como el mencionado diccionario etimológico de Raimundo de Miguel de 1867. También se ha consultado diccionarios de los principales idiomas, provenientes o no del latín (italiano, francés, inglés y alemán), para hacerme una idea lo más clara posible del significado del término ruido y su proveniencia en cada uno de los idiomas.

### **1.6.5. Fuentes musicales**

En todo momento he procurado utilizar fuentes primarias para proceder a su análisis y extraer conclusiones directas que me fueran útiles para la elaboración del trabajo. Sin embargo, y dado que es un trabajo muy transversal y que para cada uno de los apartados hay un elenco demasiado grande de bibliografía, a veces de fácil acceso y otras veces no tanto al tratarse de manuscritos, he tenido que recurrir frecuentemente a fuentes secundarias como estudios o artículos sobre algunos temas en concreto. Este problema se ha dado sobre todo en el capítulo sobre la disonancia, que considero uno de los pilares del trabajo. En este aspecto ha habido páginas web que me han ayudado bastante para extraer fuentes primarias como son:

[<http://imslp.org/>] o [[www.imslp.org](http://www.imslp.org)], International Music Score Library Project, en la que se puede encontrar infinidad de partituras y facsímiles de manuscritos antiguos y de la que se ha extraído muchas partituras para los ejemplos musicales.

[<https://openlibrary.org/>], Open Library, que tiene un fondo de más de 30.000 libros y partituras en su sección de música distribuidas por autor y año de publicación.

[<https://www.library.cornell.edu/>], Cornell University Library en Internet con un amplio catálogo de libros sobre música.

[<http://www.chmtl.indiana.edu/tml/start.html>], Thesaurus Musicarum Latinarum.

[<http://www.chmtl.indiana.edu/smi/>], Thesaurus Musicarum Italicarum.

Estas dos últimas de la Universidad de Indiana, aunque se pueden consultar en otras webs, tienen transcripciones de los manuscritos antiguos para facilitar su legibilidad en el lenguaje original, sin traducir.

También me han sido muy útiles otras fuentes secundarias de investigadores que han trabajado sobre estos tratados antiguos como es el caso de Paloma Otaola González, Amaya Sara García Pérez y José León Tello, cuyas conclusiones me han servido de base para entender en muchos aspectos los tratados antiguos.

En cuanto a los tratados modernos, en todos los casos he podido consultar las fuentes originales, lo que ha facilitado bastante la consulta. Incluso en los casos en los que un tratado estaba publicado por varias editoriales, como es el caso de Diether de la Motte y Joaquín Zamacois, tampoco ha supuesto ningún problema ya que las ediciones más modernas, o son copias exactas de las anteriores ediciones o son directamente un escáner de la última edición de la primera publicación de la obra.

Cito en algunas ocasiones los planes de estudios actuales de España, vigentes o no, pero me he basado especialmente en el extinto Plan de 1966 y en el Plan L.O.G.S.E. de 1992, ambos aplicados en el Conservatorio Superior de Música de Madrid.

En cuanto a las normativas vigentes sobre el ruido, todas se pueden consultar desde Internet, tanto las más antiguas como las más modernas, en este caso interesan las más modernas. Se han seleccionado las más importantes de España en [<http://www.boe.es/>], así como la Organización Mundial de la Salud en [<http://www.who.int/es/>] que son bastante similares, puesto que están basadas en los efectos nocivos del ruido en el ser humano. Por esta razón se ha creído conveniente leer algún artículo médico sobre este tema para aclarar algunos puntos. En la página [<http://www.juristas-ruidos.org/>] se pueden consultar todas las normativas vigentes sobre ruido tanto españolas como extranjeras y de la U.E.

#### **1.6.6. Búsqueda de la simplicidad**

Con referencia a los nombres y traducciones, he escrito siempre con la primera letra mayúscula el número ordinal de los nombres de los intervalos melódicos y armónicos, siempre que puedan inducir a error para evitar confusiones, así como los nombres de tonalidades. Además, todos los textos y citas aparecen ya traducidos para facilitar la lectura del trabajo a la persona que no conozca los idiomas de los textos de los que se ha extraído la cita.



Se utilizan los siguientes formatos para las citas de textos:

- texto completo: cuando la temática es afín a la cita extraída y puede aportar más datos sobre el tema.
- capítulos del texto: cuando es importante leer todo el capítulo para comprender la cita.
- páginas del texto: citas que por sí solas tienen sentido completo o comentarios que hace el autor extraídos de una opinión concreta que no necesita explicación fuera del propio comentario.

Los artículos siempre aparecen citados completos.

He procurado que los autores y personajes importantes aparezcan siempre con la fecha de nacimiento y muerte para su mejor ubicación en la historia siempre que sea relevante para el lector. Lo mismo con la fecha de composición de las obras.

Para aclarar algunos conceptos básicos que son de dominio público, he utilizado las definiciones de la Enciclopedia libre Wikipedia [[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)] diccionarios convencionales por considerar que están redactadas con mucha sencillez, son más accesibles al público en general y, en el caso de la Wikipedia, contienen gran cantidad de enlaces externos y bibliografía. No obstante, las definiciones las he contrastado con alguna fuente secundaria para evitar errores. Las imágenes que no son partituras están extraídas de Google imágenes y las que no, está especificada su procedencia.

### **1.6.7. Advertencia previa**

Dada la complejidad del trabajo en determinados aspectos y en favor de una mayor simplicidad, he preferido prescindir de complejas fórmulas sobre teorías y proporciones del sonido, limitándome a explicar los resultados de tales teorías o experimentos desde el punto de vista que aborda el trabajo, evitando la confusión con temas paralelos.

Por esta misma razón también he prescindido, ya que excede de los límites de la hipótesis y del trabajo mismo, de explicar diversas cuestiones sobre lenguaje musical, composición musical, matemáticas, geometría, física y acústica, entendiendo que el lector que se aproxime a este trabajo ya las conoce y resultarían de poco valor para el

desarrollo del trabajo, incrementando el número de páginas innecesariamente. No obstante, en muchos casos se añaden citas y consultas recomendadas para entender mejor algunos apartados del trabajo.

### **1.6.8. Metodología del Test de Audiciones**

Se ha reunido a un grupo de 20 personas, de edades comprendidas entre los 32 y 65 años aprox. procedentes de las clases de Lenguaje musical de la Escuela de Música de Pinto (Madrid), con conocimientos de música de nivel básico, intermedio y alto que no han tenido nunca contacto directo con la música contemporánea y que era la primera vez que hacían este tipo de encuentro sonoro. Era fundamental disponer de una sala con el menor número de objetos a la vista para no distraer la atención.

El hecho de tener un grupo reducido se debe a la dificultad de la selección del grupo, ya que se buscaba prescindir de la gente que haya tenido contacto con la música contemporánea y hayan realizado experiencias con el paisaje sonoro, pero deben ser personas que tengan almenos un conocimiento musical básico, ya que es necesario que haya una predisposición a la escucha.

Este test es sólo un primer paso para observar la reacción ante el ruido en personas que no habían tenido contacto con obras ruidistas del siglo XX. En el futuro se puede completar este estudio, generando más tipos de test orientado a grupos más diversos de personas y con objetivos diferentes según se dirija a la música, el ruido, el paisaje sonoro, la acústica o la electrónica. Excede a las pretensiones y los límites de este trabajo realizar ese tipo de pruebas por lo que este test que muestro debe ser tomado como un acercamiento al vasto mundo de la psicología del sonido y del reconocimiento del ruido como medio de expresión sonora.

#### **1.6.8.1. Objetivos**

1. Mostrar una serie de audiciones de música representativa de los cambios artísticos producidos en el siglo XX así como de situaciones o sonidos cotidianos.

2. Dar a conocer el repertorio musical y la variedad de las corrientes ruidistas del siglo XX ya que el test también tiene un carácter pedagógico.
3. Proponer una serie de preguntas para observar el grado de comprensión y las sensaciones que producen estas obras en los oyentes.
4. Valorar los condicionamientos externos, así como la predisposición a la escucha.
5. Extraer una serie de datos, a través de los resultados, que permitan evaluar la reacción de los oyentes llegando a conclusiones objetivas.

#### **1.6.8.2. Condiciones ambientales**

Las audiciones se han llevado a cabo en una sala de 45 m<sup>2</sup> aprox. con un equipo de música estéreo de 300 W situado delante de ellos para no perder los efectos de estereofonía que tienen muchas de las obras. Los bafles tienen dos vías y son perfectamente visibles.

Las personas permanecen sentadas durante todo el tiempo en dos filas de diez personas en semicírculo, delante de los bafles para que se perciba correctamente el sonido. Detrás la pared y una pizarra blanca limpia. La distancia entre bafles es de 3,5 m y la distancia con la primera fila es de 2,5 m.

Se ha procurado que no haya elementos que distraigan la atención de los oyentes ya que esto podría alterar los resultados del test.



**Ilust. 1:** Amplificador y sala de test

### 1.6.8.3. Audiciones

En las audiciones se especifica desde qué minuto se ha puesto cada grabación y el tiempo que ha durado cada una de las audiciones. El orden de aparición es cronológico de la audición 1 a la 6.

1. *Risveglio di una citta* (1913) (Luigi Russolo) (desde 0:00) 40"
2. *Ursonate* (1922) (Kurt Schwitters) (desde 0:06) 1'
3. *Ionisation* (1933) (Edgar Varèse) (desde 2:56) 1'
4. *Canto de los adolescentes* (1955) (Karlheinz Stockhausen) (desde 0:00) 1: 20"
5. *Artikulation* (1959) (György Ligeti) (desde 1:00) 1:05"
6. *WaterWalk* (1960) (John Cage) (desde 1:16) 1:15"

7. *Sirena de aire bitonal Federal signal 3T22* (3ª menor) 30"
8. *Ruido Blanco / Ruido Rosa* (14" seguidos de cada uno)
9. *Paisaje sonoro*. Ruido de tráfico de ciudad. Calle de dos direcciones de tres carriles cada uno. No es un atasco. (motores) 40"

#### 1.6.8.4. Realización del test

El test se realizó un día del mes de mayo a las 18 h para disponer de luz natural durante todo el tiempo evitando la luz artificial en medida de lo posible. La duración aproximada fue de 1 h entre 5 y 6 min por audición.

Se les ha pedido que señalen los siguientes datos: Sexo, edad y nivel dentro de la Escuela. Los niveles dentro de la Escuela de Música van del 1 al 4 y equivalen a los tres primeros cursos de grado elemental de la asignatura de Lenguaje Musical del plan L.O.G.S.E. de los Conservatorios Profesionales de Grado Medio de la Comunidad de Madrid. Hay alguna persona con niveles superiores a éstos.

He intentado utilizar grabaciones lo más limpias posible de ruido para mejorar la calidad de la percepción de las audiciones y para que no influya la calidad de la grabación en las respuestas. Sólo ha habido una grabación que se ha mantenido a pesar de aún su baja calidad como es la *Ursonaten* de Kurt Schwitters dada su importancia como grabación histórica al estar interpretada por el propio autor.

Para no condicionar las respuestas a los alumnos, se les comentó previamente que iban a escuchar una serie de audiciones para que escribiesen sus sensaciones con lo que oyeran y respondieran después a una serie de preguntas sobre lo que habían oído. Cualquier respuesta se consideraba válida siempre que fuera espontánea.

En ningún momento se les mencionó las palabras *música* o *ruido*, sino que todo se ha limitado a audiciones y sonido sin más para evitar condicionar las respuestas. Una vez empezado no se permiten comentarios ni preguntas.

El criterio en la colocación de las obras para su escucha ha sido cronológico. Esto es sobre todo debido a que había que seleccionar una forma, y no se estimó que agrupar las obras por la similitud compositiva o de utilización de recursos sonoros fuera

adecuada, puesto que el oyente podría establecer una similitud entre ellas y las respuestas de las siguientes obras afines estarían condicionadas.

Se escucharon las obras en una primera vez, sin definir el contexto, el marco histórico ni dar ninguna explicación de por qué han sido compuestas o en qué están basadas (textos, naturaleza, máquinas, etcétera).

Las obras se podían reproducir en su totalidad o parcialmente. Primero se escuchaban y después hubo un breve tiempo en silencio para contestar una serie de cuestiones en el menor tiempo posible para que las respuestas fueran lo más espontáneas posible. Esto era esencial para los objetivos del test.



## **2. ETIMOLOGÍA**





## 2.1. Etimología

En las fuentes y diccionarios consultados, varias definiciones coinciden en que la palabra *ruido* proviene del latín *rugitus*. Sorprendentemente, esta palabra no da ninguna entrada en los diccionarios de Latín – Español consultados, exceptuando el de Raimundo de Miguel de 1867 en la cual define el término de la siguiente forma:<sup>9</sup>

**Rugitus, us**, [de rugio] (...) El rugido del león. (...)

Al consultar el término rugio en este mismo diccionario, el resultado es el siguiente:

**Rugio, is, ire**, (...) Bramar, rugir, (...)

Sin embargo, si se consulta la palabra *ruido* en los anteriores diccionarios, coinciden con la siguiente definición:

**Ruido:** *strepitus* (de cosa que rechina), *stridor* (de cosa que se quiebra), *fragor* (Zumbido), *crepitus* (Alboroto) (...)

En cuanto a sinónimos se ven reflejados en la siguiente entrada:

**Fragor, strepitus, crepitus, sonus, sonor, sonitus:** ruido, sonido. **Fragor** (de *frangere*) es el ruido, el crujido o chasquido de una cosa que se quiebra o hace pedazos: como el de un árbol que se desgaja, el de un bajel que se abre, etcétera. **Strepitus** se aproxima mucho a **fragor**, pero hay la diferencia de que en el primero el ruido es claro y retumbante; en el segundo sordo y hueco. **Strepitus** se diferencia de **crepitus** en que el primero es un ruido continuado, como el producido por un torrente, por una cascada, por una multitud de gente; mientras que **crepitus** expresa un sonido único, o bien un ruido compuesto de golpes frecuentemente repetidos, como el choque de unas armas con otras. **Sonus, sonitus** y **sonor** designan el sonido, esto es, el ruido causado por la rápida sucesión de vibraciones regulares en un objeto. Diferénciese en

---

<sup>9</sup> DE MIGUEL, Raimundo: *Nuevo Diccionario Latino – Español etimológico*. Madrid. Visor libros. 2003. Ed. Facsímil.

que **sonus** es un sonido único, como el de una campana; **sonitus** y **sonor** una continuación de varios sonidos o tonos, como el de un instrumento músico. **Sonitus** es la expresión general, *sonor* un término puramente poético. Además, **sonitus** se representa con una relación subjetiva, esto es, como una acción; **sonor** con una relación objetiva, es decir, como un fenómeno, como un efecto exterior.

En estas definiciones es evidente que, etimológicamente hablando, la palabra ruido no proviene de ninguno de los términos anteriores (ni siquiera tienen la misma raíz latina) pero tienen una afinidad semántica particular.

En el caso de **fragor**, **strepitus** y **crepitus**, esa afinidad se da en el sonido producido ya que el ruido puede tener múltiples orígenes y se puede manifestar de diferentes formas. Todos estos términos han dado como resultado en la lengua española, italiana y francesa (principales idiomas derivados del latín) significados sonoramente afines al término ruido.

#### *Español:*

**Fragor:** Ruido estruendoso.<sup>10</sup>

**Estrépito:** Ruido considerable.<sup>11</sup>

**Crujir, Crepitar:** Hacer ruido / ruido seco.<sup>12</sup> Producir sonidos repetidos, rápidos y secos.<sup>13</sup>

#### *Italiano:*

**Fragore:** Ruido, estrépito.<sup>14</sup>

**Strepito:** m. Estrépito, estruendo. // alboroto, bullicio.<sup>15</sup>

**Crepare:** intr. Reventar, quebrar; romperse.<sup>16</sup> (...)

---

<sup>10</sup> Real Academia Española. En: [<http://www.rae.es/rae.html>] consultado en enero 2011.

<sup>11</sup> *Ibíd.*

<sup>12</sup> *Diccionario Ilustrado SPES Latino – Español, Español – Latino*. Madrid. Vox. 1979. Duodécima edición.

<sup>13</sup> Real Academia Española. En: [<http://www.rae.es/rae.html>] consultado en enero 2011.

<sup>14</sup> *Diccionario Italiano – Español, Spagnuolo – Italiano*. Barcelona. Hyma Cuyás. 1968.

<sup>15</sup> *Ibíd.*

<sup>16</sup> *Ibíd.*

*Francés:* En la lengua francesa no es tan clara la derivación de los términos latinos anteriores, pero se encuentran otros con raíces similares con significados iguales:

**Fracas:** (del italiano: fracasso) Ruido violento de cualquier cosa que se rompe.<sup>17</sup>

**Stridor:** (del latín: stridere) Ruido agudo al inspirar.<sup>18</sup>

**Craquer:** Producir un sonido seco por un frotamiento o por una presión.<sup>19</sup>

En el caso de **sonus**, **sonor** y **sonitus**, que dan origen a la palabra sonido, se les da una acepción puramente musical: *Sonus*, *sonitus* y *sonor* designan el sonido, como se ha dicho, el ruido causado por la rápida sucesión de vibraciones regulares en un objeto. Pero lo define directamente como ruido, con lo que da a entender que ruido es cualquier cosa que suena, y sonido, es algo que suena con una frecuencia definida, o sonidos de frecuencias definidas con un orden, o sea, algo musical o hacer sonar un instrumento musical. Hoy en día se concibe de forma contraria, puesto que sonido es cualquier cosa que suena o cualquier cosa que se percibe por el oído.

Si se vuelve a observar los idiomas derivados del latín, se encuentra que en la lengua italiana (quizá la más próxima al latín) el verbo “tocar un instrumento musical” se traduce como *Suonare*. En español *sonido*, en italiano *suono* y en francés *son*, todos vienen del mismo término y comparten la misma raíz latina.

En el diccionario de Esteban Terreros y Pando de 1788, **ruido** es un *conjunto de voces, o sonidos de algunas cosas de modo que ofenden los oídos*. Establece la traducción al latín como: *Murmur*, *fremitus*, *fragor* y *tumultus*, sin embargo estas acepciones aparecen como traducción del castellano al latín pero no como raíces provenientes del latín.<sup>20</sup>

Después, de cada uno de estos términos del latín, hace una descripción atribuyendo un significado de ruido diferente:

**murmur:** Ruido sordo. Habla de *murmurio* también como *ruido de un arroyo*.

---

<sup>17</sup> Diccionario *Petit Larousse illustré*. Canadá. Larousse. 1989.

<sup>18</sup> *Ibíd.*

<sup>19</sup> *Ibíd.*

<sup>20</sup> DE TERREROS Y PANDO, Esteban: *Diccionario Castellano con las voces de ciencias y artes y sus correspondientes en las tres lenguas: Francesa, Latina é Italiana*. Madrid. Imprenta de la viuda de Ibarra, Hijos y Compañía. 1788. Tomo Tercero. p.404.

**fremitus:** Ruido confuso.

**fragor:** Este término no lo describe después de ninguna forma.

**tumultus:** Ruido, lo mismo que riña, *quimera de uno con otro, ó de muchos*.

Añade varias definiciones de ruidos concretos:

- Ruido confuso. Francés: *Bruissement*. Latín: *Fremitus*. Italiano: *Rombo, rumore*.
- Ruido, se dice también del que hace alguna cosa agradable. Francés: *Bruit*. Latín: *Plausus, sonus, sonitus*. Italiano: *Suono*.
- Ruido, que hacen las abejas, moscones. Ver *zumbido*.
- Ruido de un arroyo o fuente: Ver *murmurio*.
- Ruido, lo mismo que riña, quimera de uno con otro o de muchos. Francés: *Bruit*. Latín: *Rixa, seditio, tumultus*. Italiano: *Rumore, tumulto*.
- Ruidos, se toma por la fama (una forma de llamar la atención).
- Ruido en los oídos, zumbido con que parece que siempre están tocando una trompeta a la oreja. Francés: *Cornement, bruit*. Latín: *Aurium tinnitus*. Italiano: *Buccinamento, tempello, zufolamento*. Ver *zumbido*.
- Ruido, que hace una máquina al subir algún peso.
- Ruido de muchos instrumentos de música militar, como trompetas, tambores, timbales. Francés: *Fanfare*. Latín: *Tubarum, lituorum, concentus, clangor*. Italiano: *Clangore*.
- Ruido de un cuerpo que se rompe o hiere. Ver *chasquido, estallido, estampido*.
- Ruido subterráneo, viento conmovido debajo de la tierra. Latín: *Rudor, mugitus venti subterranci*.
- Ruido sordo. Francés: *Grondement*. Latín: *Murmur*. Italiano: *Strepito, rumore*.
- Sin ruido, de puntillas, a la sordina.
- Hacer ruido. Francés: *Gronder, eclater*. Latín: *Edere strepitum, strepitare, strepere*. Italiano: *Scoppiare, fare strepito*.
- Hacer ruido con las manos, dedos, dientes, estirándolos. Francés: *Claquer*. Latín: *Concrepare, manibus plaudere*. Italiano: *Scoppiare, streidere, batter le mani o i denti*. Ver *Rechinar*.

Como decíamos, es interesante ver la similitud que adopta el término ruido con el término sonido, puesto que de ser un sonido *que ofende los oídos*, puede pasar a ser *el que hace una cosa agradable*. La única referencia que se puede tomar para diferenciar cada uno de estos ruidos o sonidos es el timbre.<sup>21</sup>

El diccionario etimológico de Roque Barcia de 1882 afirma que *ruido* proviene del término *ruere* y *rutum*, que traduce como *caer* y viene la siguiente descripción: “(...) Según Covarrubias, se dijo del latino *Ruere*, por ser propio sonido de la cosa que se cae (...).”<sup>22</sup>

Según el diccionario *Palladium*<sup>23</sup> de Internet *ruere* viene de *ruô, is, ere, ruî, rutum*. Sin embargo, traduce el término *ruere* como *lanzarse*.

En el diccionario Spes aparece el término *ruo*:

**Ruo**, *ruí, rutum* [p. fut. *ruiturus*] 3 intr. (...) alborotar (...) caer, desmoronarse (...) hacer caer, derribar (...).

Como término relacionado, se encuentra en el diccionario Spes, *ruitum* que viene de *rudo*, que comparte la misma raíz y que tiene un significado similar a ruido:

**Rudo** *-ivi -itum* 3 intr.: rebuznar, rugir, aullar // vociferar // hacer ruido, crujir.

En el diccionario de Raimundo de Miguel se encuentra también una entrada:

**Ruo**, *-is -i -rutum* (...) desplomarse, caer precipitadamente (...)

En esta misma definición aparece relacionado el término *ruere*.

Los términos *ruido*, *rugitus*, *rugio*, *ruere*, *ruo* y *rudo* comparten la misma raíz *ru-* (en ningún diccionario de latín aparece la raíz *rug-* con un significado que tenga algo que ver con las anteriores acepciones de ruido, hacer ruido o algún objeto que

---

<sup>21</sup> El timbre es la propiedad del sonido que permite diferenciar el objeto o instrumento musical que produce dicho sonido.

<sup>22</sup> BARCIA, Roque: *Primer Diccionario General Etimológico de la Lengua Española*, Tomo cuarto. Madrid. 1882.

<sup>23</sup> Diccionario *Palladium* de latín. En:

[[http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5\\_aps/eslap03.htm](http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5_aps/eslap03.htm)], consulta marzo de 2011.

produzca un sonido similar a un ruido por algún motivo, exceptuando *rugitus* y *rugio*) por lo tanto el término ruido proviene, muy posiblemente, de una mezcla de estos términos, y su significado, como hoy lo conocemos, le fuese atribuido por la afinidad sonora que produce un objeto que se cae y golpea el suelo y el sonido que produce el rugido o los aullidos, etcétera, provenientes de *rugitus* y *rudo*, (aunque una de sus acepciones es, precisamente, hacer ruido).

Y así ha quedado con el nombre de ruido un concepto nuevo que ha recibido su significado principalmente por afinidad sonora con otros conceptos.

## 2.2. Términos relacionados

La palabra ruido en algunas definiciones aparece relacionada con la palabra rumor (de hecho, tienen la misma raíz latina *ru-*). En el diccionario *online* de la R.A.E.<sup>24</sup> este último término tiene las siguientes acepciones:

***rumor.*** (*Del lat. rumor, -ōris*).

***1. m. Voz que corre entre el público.***

***2. m. Ruido confuso de voces.***

***3. m. Ruido vago, sordo y continuado.***

En el diccionario Spes aparece, también:

***rumor*** -oris (...) *alboroto, grito, murmullo (secundo rumore, entre murmullos de aprobación) (...)*

En el diccionario de Raimundo de Miguel sólo tiene significado de ruido en su última acepción como murmullo.

Después de ver la relación que hay entre ruido y rumor se puede interpretar que, hoy en día, rumor (entendido en el sentido físico de sonido) se considera un conjunto de ruidos suaves de baja intensidad sonora y que se utiliza también para definir el ruido agradable de forma poética.<sup>25</sup> Es una curiosa antítesis decir *ruido agradable*. De cualquier modo, *rumor*, se consideraría un tipo de ruido.

Otro aspecto interesante es la catalogación de términos dependiendo de la intensidad y el origen del ruido. Así, por la intensidad tenemos: murmullo, rumor, estallido, estruendo, etcétera. Dependiendo del agente que lo produce: susurro, algarabía, griterío, etcétera, si es humano. Si es animal: estampida, zumbido, rugido, etcétera.

---

<sup>24</sup> *Op. cit.* Consultado en enero de 2011.

<sup>25</sup> BARCIA, Roque: *op. cit.*



### 2.3. Evolución de los términos

Analizando las diferentes definiciones del término ruido se puede ver que desde el siglo XVIII, que es el diccionario más antiguo que se ha consultado, hasta la actualidad el término no ha variado apenas su significado, añadiéndose con los años únicamente el concepto de que es un suceso que produce un sonido no deseado.

Sin embargo, la primera aparición del término ruido documentada en el Corpus Diacrónico del Español (CORDE)<sup>26</sup> se da en un texto de carácter jurídico fechado cerca de 1250:

*(26) Empero todas las cosas sean pensadas en iuditio ordenadament; aprengan & verbar; et retiengan los auocados que den honra el uno al otro a uezes, et se lieuen con bona manera, de guisa que, mientras el uno tiene su razón, l'otro no estaille su palaura ataque eill aya acabada su razón, nin comience; (27) nin, demientre l'otro uozero tiene su razón, lo deue embargar ni estaillar li su palaura ni fablar faziendo ruido, por las oreillas de los otros diziendo algunas palauras non comedidas.*<sup>27</sup>

En cuanto al rumor se ve que sí ha variado de definirse como *alboroto* y *grito*, del diccionario Spes a entenderse como un *ruido vago sordo y de baja intensidad*, llegando a ser considerado incluso como un sonido agradable en determinadas ocasiones.

Es interesante ver el uso metafórico de los términos, como sinónimo de llamar la atención sobre algo o hacerse notar (ruido) o el correr de una noticia sin garantías de veracidad que va de boca en boca generando un murmullo (rumor). En el caso de ruido aparece casi siempre como una de las últimas acepciones mientras que en rumor aparece como primera acepción, y que se le atribuyen a estos términos por similitud con el resultado, metafórico o real, que provocan aquellas acciones.

---

<sup>26</sup> REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Banco de datos (CORDE) [en línea]. *Corpus diacrónico del español*. En: [http://www.rae.es]. Consultado en marzo de 2017.

<sup>27</sup> Anónimo, *Vidal Mayor*, c. 1250, en “10. Ordenamientos y códigos legales” Gunnar Tilander, Hakan Ohlssons Boktryckeri (Lund), 1956.

## 2.4. Etimología extranjera

Consultando la etimología del término “ruido” en varios idiomas se observa lo siguiente:

*Francés:*<sup>28</sup>

**Bruit:**<sup>29</sup> (de *bruire*) Nombre masculino. Conjunto de sonidos producidos por vibraciones más o menos irregulares. Todo fenómeno perceptible por el oído. Conjunto de sonidos percibidos sin armonía, por oposición a la música. (...)

**Bruire:**<sup>30</sup> Verbo intransitivo (del latín vulgar *brugere*, *braire*, cruzado con *rugire*, rugir. (...)

El término *brugere* no produce ninguna entrada en ninguno de los diccionarios de latín consultados, y el término *rugire* como se ha visto viene de *rugio*.

*Italiano:*<sup>31</sup>

**Rumore:** del latín *rumorem*. Sacar fuera un sonido (...)

El término *rumorem* es una forma de la palabra *rumor* –*oris* que, como se ha visto, significa rumor y que en su cuarta acepción tiene el significado de alboroto, grito y murmullo.<sup>32</sup>

---

<sup>28</sup> Son interesantes las apreciaciones de Michel Chion sobre la palabra “ruido” en la lengua francesa. Ver bibliografía. Traducción del autor.

<sup>29</sup> *Diccionario Larousse on line*. En: [<http://www.larousse.com/es/diccionarios/frances/bruit>], consultado en marzo de 2011.

<sup>30</sup> *Diccionario Larousse on line*. En: [<http://www.larousse.com/es/diccionarios/frances/bruire>], consultado en marzo de 2011.

<sup>31</sup> *Dizionario etimológico on line*. En: [<http://www.etimo.it/?term=rumore>], consultado en marzo de 2011. Traducción del autor.

<sup>32</sup> *Diccionario Ilustrado Spes: op. cit.*

*Inglés:*<sup>33</sup>

**Noise:** Nombre. 1. Sonido de tipo especialmente áspero, confuso y con un volumen alto. 2. Sonido de cualquier clase. (...) 4. Sonido no armónico o grupo de sonidos discordante. (...) 7. *Obsoleto*. rumor o chisme, especialmente calumnia. (...) Origen: 1175 – 1225; Inglés medio, Francés antiguo, del Latín *nausea*.

El término *nausea -ae*, en latín significa *mareo* o *náusea*.<sup>34</sup> El diccionario Raimundo de Miguel añade a la anterior definición la de: *Desazón, disgusto*. En la séptima acepción de *noise* lo relaciona con *rumor*, pero no en el sentido de un sonido. Sin embargo, en el mismo diccionario,<sup>35</sup> la entrada de *rumor* significa en su tercera acepción; *rumor: Arcaico*. Ruido continuo y confuso. Proveniente del latín; *rumor -oris*.

Murray Schafer habla sobre la etimología de *noise*: “*Etimológicamente se remonta a la palabra del Francés antiguo noyse y a las palabras en lengua Provenzal del siglo XI noysa, nosa o nausea, pero su origen es incierto.*” Hasta aquí la definición de Schafer coincide plenamente con la del libro de acústica ecológica de Barry Truax.<sup>36</sup> Después, continúa: “*La sugerencia de que puede tener origen en algunas palabras del Latín como nausea o noxia ha sido rechazada.*”<sup>37</sup>

Negar de forma tajante la proveniencia del latín es, quizá, un poco aventurado dado que, aparentemente, sí existe una similitud entre las palabras y, como dice Schafer, el origen es incierto.

*Alemán:*<sup>38</sup>

**Geräusch:** Nombre Neutro, Das Geräusch; Ruido, alboroto, barullo, murmullo, tumulto.

**Lärm:** Nombre Masculino, Der Lärm; Ruido, estrépito.

---

<sup>33</sup> *Dictionary on line*. En: [<http://dictionary.reference.com/browse/noise>], consultado marzo de 2011. Traducción del autor.

<sup>34</sup> *Diccionario Ilustrado Spes: op. cit.*

<sup>35</sup> En: [<http://dictionary.reference.com/browse/rumor>], consultado marzo de 2011.

<sup>36</sup> TRUAX, Barry: *Handbook for Acoustic Ecology*. Second Edition. Cambridge. Cambridge Street Publishing. 1999.

<sup>37</sup> SCHAFFER, R. Murray: *The tuning of the World*. New York. Alfred A. Knopf. 1977.

<sup>38</sup> *Diccionario monolingüe PONS Kompaktwörterbuch Deutsch als Fremdsprache*. Madrid. Vox. 2006.

**Krach:** Nombre Masculino, Der Krach; estallido, detonación, estruendo.<sup>39</sup>

Los tres términos no hacen referencia al mismo tipo de ruido, sino que entre ellos existe una gradación en la intensidad de menor a mayor. *Geräusch* se refiere a un ruido suave, *Lärm* es un ruido más fuerte y *Krach* es un estallido. El verbo *krachen* significa chocar, romperse, estallar. Aunque ninguno de los términos tiene una raíz latina o parecida a los anteriores, el término *Krach* es muy similar al término *crac* que hace referencia onomatopéyica al ruido que produce la rotura de algo. Términos similares se pueden encontrar en el francés *craquer*, en el italiano *crepare*, y en el español *crujir* o *crepitar*.

Si se consulta la traducción que da para el idioma alemán el Vocabulario Internacional Electrotécnico (Internacional Electrotechnical Commission)<sup>40</sup> se obtiene:

*Geräusch, Störschall, Lärmschall.*

*Schall* es un sustantivo que significa sonar o el sonido de algo (el sustantivo al que acompañe). En este caso *Störschall* se traduce como sonido no deseado.

---

<sup>39</sup> *Diccionario Manual Amador Alemán – Español y Español – Alemán*. Barcelona. Ramón Sopena. 1956.

<sup>40</sup> *Internacional Electrotechnical Commission*, IEC 60050. En: [http://std.iec.ch/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=801-21-08], entrada publicada en julio de 1994.

## 2.5. Análisis

Una vez recopiladas y analizadas las definiciones de los distintos diccionarios y enciclopedias, incluyendo las extranjeras, se observa que el término ruido no ha sufrido una modificación sustancial en su significado y acepciones a lo largo de la historia y que ya a partir de finales del siglo XIX mantiene el mismo significado que tiene hoy en día.

Se puede analizar desde varios puntos de vista comunes:

- Desde el ámbito de la percepción: Es un sonido confuso que produce desagrado y que no es deseado. También se puede encontrar como un sonido inesperado que altera el ánimo.
- Desde el ámbito de la física: Es un sonido producido por ondas sonoras de diferentes frecuencias mezcladas y variables, de diferentes amplitudes.
- Desde el ámbito médico: Sonido de intensidad alta que puede producir daños permanentes o incluso sordera en el sistema auditivo y, a largo plazo, enfermedades psíquicas.
- Desde el ámbito de la comunicación: Sonido que impide, altera o dificulta un proceso de comunicación por confusión o enmascaramiento.
- Desde el ámbito metafórico: Es la expresión de un suceso que pretende llamar la atención o alardear.

De todos los ámbitos descritos, exceptuando el metafórico, bastaría con cumplir uno de ellos para que un sonido se considerase ruido. Puesto que el objeto de estudio lo hago desde el punto de vista del sonido, y más concretamente de la música, y el sentido metafórico del término es puramente lingüístico, prescindiré de este ámbito en este estudio.

Se observa que hay una gran coincidencia en que el ruido es un suceso no deseado y molesto, siendo estas cualidades muy subjetivas, imprecisas, demasiado generales y que dependen únicamente de la percepción de cada individuo en un momento determinado. Como dice Michel Chion, se puede ver que no se hace diferencia entre el nivel físico y perceptivo estableciendo para el ruido un carácter

confuso debido a que es un sonido que todavía no se ha aprendido a descifrar y estructurar.<sup>41</sup>

Varias definiciones se hacen, entonces, cuestionables al presentar contradicciones entre ellas:

- *Ondas sonoras de diferentes frecuencias mezcladas y variables*: Muchas máquinas producen una frecuencia o frecuencias estables debido a la regularidad de su funcionamiento. Los grandes transformadores eléctricos generan una frecuencia estable a 50 Hz<sup>42</sup> producida por la periodicidad de la corriente alterna unida al fenómeno de la magnetostricción<sup>43</sup> y aun así se consideran sonidos no deseados. En palabras de Murray Schafer:

*Todos los motores tienen en común un aspecto importante: son sonidos de escasa información, altamente redundantes. Es decir, a pesar de la escasa intensidad de sus voces, los mensajes que envían son repetitivos y en última instancia aburridos.*<sup>44</sup>

Según la definición de la enciclopedia *Durvan* en su entrada **Ruido y control del mismo** dice: “(...) Cuando la onda sonora es de forma periódica se percibe un sonido musical; si carece de periodicidad resulta un ruido (...)”,<sup>45</sup> pero no se puede entender nada musical en los anteriores ejemplos puesto que un sonido sólo, carece de sentido musical completo.

- *Sonido de intensidad alta*: Visto el punto anterior, según su intensidad podrán ser más o menos molestos, o más o menos perjudiciales, pero seguirán siendo considerados ruido por el simple hecho de no ser deseados.

En ninguna definición se habla del timbre del sonido de forma concreta, y es algo importante. El timbre es una cualidad del sonido que permite identificar la fuente que lo produce, aunque no se pueda ver. Si se atiende al aspecto psicológico, se observa que al escuchar el timbre de un sonido que no se reconoce y que, por lo tanto, no se sabe

---

<sup>41</sup> CHION, Michel: *El sonido*. Barcelona. Paidós. 1999. p.220.

<sup>42</sup> El hercio, hertzio o hertz (símbolo Hz), es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades que mide ciclos por segundo. Nombrado en honor al físico alemán Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894), que descubrió la propagación de las ondas electromagnéticas.

<sup>43</sup> Ver 5.4.2. La electricidad.

<sup>44</sup> SCHAFFER, Murray: *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires. Ricordi. 1969.

<sup>45</sup> *Gran Enciclopedia del Mundo*. Bilbao. Durvan. 1963.

su procedencia ni se puede ver su fuente, no permite crear una imagen mental de dicha fuente, lo que produce cierta inquietud que llevará, muy probablemente, a entender ese sonido como ruido y, muy posiblemente, también como no deseado.

Otro factor a considerar es la altura del sonido. Cuanto más grave es un sonido, más posibilidades hay de entenderlo como un ruido puesto que tiene muchos armónicos que entrarían dentro del espectro audible haciéndolo más confuso, mientras que cuanto más agudo sea, menos frecuencias entrarán dentro del mismo espectro. Con lo cual se podría considerar que cuanto más agudo el sonido, más limpio para el oído.

## 2.6. Otras definiciones de interés

Hablando desde un punto de vista más físico y después de consultar un tratado actual estándar de acústica físico – musical, como es el de Antonio Calvo – Manzano,<sup>46</sup> se puede definir el sonido como la sensación que se produce en el sentido del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos transmitido por un medio elástico como es el aire. Esa sensación se definiría como la impresión que esa excitación produce en el cerebro. Por lo tanto, se habla de dos procesos, uno físico, oír el sonido y otro intelectual, proceso e interpretación de ese sonido por parte del cerebro. Prácticamente el total de los autores consultados coinciden con esta definición de sonido en mayor o menor medida.

Carlos José Melcior da una definición de ruido desde el punto de vista musical mezclado con el físico comparándolo con el término *sonido*:

*Llámase así toda vibración inapreciable de un cuerpo sonoro, y en este sentido es opuesta á sonido. Hay ruido siempre que un cuerpo sonoro deja vibrar todas sus partes capaces de obrar en el buen sentido del oido. Entonces no solamente se halla afectado por un efecto muy sensible y por sus armonicas, sino por una multitud de efectos sonoros graves y agudos que se confunden mutuamente. Lo que constituye mutuamente la diferencia que hay entre el ruido y el sonido es la unidad ó la confusion de los efectos producidos y de las impresiones comunicadas. No es la fuerza la que constituye el ruido, el ruido puede ser grande ó sordo sin que deje de ser ruido, y el sonido por intenso que sean será un ruido, porque este es esencialmente antimusical: (...). De aquí tambien el epíteto de ruidosa que se da por desprecio á una música confusa que aturde, y en la cual se oye mas estruendo que armonía.*<sup>47</sup>

El término “inapreciable” lo utiliza por despreciable. Melcior mezcla varios conceptos para diferenciar la música del ruido y del sonido.

Interesa analizar la definición de *sonido* que da en el mismo diccionario:

---

<sup>46</sup> CALVO – MANZANO, Antonio: *Acústica físico – musical*. Madrid. Real Musical. 2000.

<sup>47</sup> MELCIOR, Carlos José: *Diccionario Enciclopédico de la Música*. Lérida. Imprenta Barcelonesa Alejandro García. 1859. Entrada Ruido.



*Cuando un cuerpo da contra otro, que sea sonoro, comunica al aire un movimiento vibratorio, el cual llega a nuestros oídos, produciendo una sensación llamada ruido. El ruido no obstante es un agregado de sonidos apreciables. Toquemos por ejemplo todo el teclado de un piano ó de un órgano, y no oiremos sino ruido, y sin embargo, descompuesto, ó separando los sonidos cacofónicos, encontraremos sonidos apreciables y melodiosos. Por lo tanto sonido es: un ruido apreciable á nuestros oídos, capaz de producirnos sensaciones agradables.*<sup>48</sup>

Esta definición, aunque no coincide con la forma de pensar de muchos tratadistas es especialmente interesante. Esto se podrá ver más adelante al hablar de algunos tipos de ruido.<sup>49</sup>

Hermann von Helmholtz (1821 – 1894) afirma lo siguiente:

*La primera y principal diferencia entre varios sonidos experimentados por nuestro oído, es la que se halla entre ruidos y sonidos musicales (...) Percibimos que generalmente un ruido es acompañado por una rápida alternancia de diferentes tipos de sonido. Piénsese, por ejemplo, en el estrépito de un carruaje sobre el empedrado de granito, el chapoteo o desborde de una caída de agua o de las olas del mar, el murmullo de las hojas de un bosque. En todos estos casos tenemos rápidas, irregulares, pero nítidamente perceptibles alternancias de varios tipos de sonido que aparecen caprichosamente (...) Aquellos movimientos regulares que producen los sonidos musicales han sido investigados con exactitud por los físicos. Son oscilaciones, vibraciones u ondas, es decir movimientos ascendentes y descendentes o en vaivén de cuerpos sonoros y es necesario que estas oscilaciones sean regularmente periódicas. Por movimiento periódico queremos decir aquel que constantemente retorna a la misma condición tras intervalos de tiempo exactamente iguales. (...) La sensación de un sonido musical es debida a un rápido movimiento periódico del cuerpo sonoro; la sensación de un ruido se debe a movimientos no – periódicos.*<sup>50</sup>

Calvo – Manzano, tiene una definición similar a la de Helmholtz, y dice que ruido es la “mezcla compleja de sonidos de frecuencias diferentes, las cuales producen frecuentemente una sensación desagradable.”<sup>51</sup> Muchas definiciones describen el ruido

---

<sup>48</sup> Ídem. Entrada: Sonido.

<sup>49</sup> 8.5. Los ruidos bonitos. p.411.

<sup>50</sup> HELMHOLTZ, Hermann: *On the sensations of tone*. New York. Dover. 1954. Parte I, Cap. I

<sup>51</sup> CALVO – MANZANO, Antonio: *op. cit.*

como una mezcla de diferentes frecuencias o sonidos sin ningún orden establecido, y en este sentido lo oponen a la música, pero un sonido con una frecuencia fija también puede constituir un ruido. En este caso habría que ver el timbre de ese sonido y la intensidad hablando de forma objetiva. Pero, hablando de un sonido musical, un instrumento manteniendo una nota con frecuencia e intensidad constantes, puede llegar a ser irritante. La razón es que en la naturaleza no se encuentra ningún sonido de estas características, por lo que pueden llegar a resultar más ajenos y molestos que los ruidos que explicaba la cita de Helmholtz.<sup>52</sup> Aunque Calvo – Manzano describe el sonido como una sensación agradable, es posible que esa acepción no sea muy rigurosa puesto que otorga cualidades musicales al sonido en la definición. Se interpreta entonces, siguiendo la anterior definición de sonido, que sonido es cualquier sensación percibida por el oído (ya sea por la excitación del aire o por la excitación del agua si se está sumergido) y que el cerebro, al procesar ese sonido y hacerlo consciente, decidirá posteriormente si es agradable o no. Algo similar pasa al oír una conversación en una lengua que no se conoce. Por lo general, no se considera ruido, aunque no se entienda nada. Es más, para muchas personas, las características propias de la entonación de un idioma les resultan especialmente musicales, aunque no lo entiendan.

En la línea de Calvo – Manzano, Federico Miyara dice que el ruido es un *“sonido con espectro amplio y continuo.”*<sup>53</sup>

El tratado de Agustín Rico habla desde un punto de vista físico, desde la normativa vigente, aplicado al ruido en el trabajo y la vida cotidiana en la sociedad:

*Los ruidos representan un tipo particular de sonidos complejos que se caracterizan porque las variaciones de la presión son de carácter aleatorio –no periódico–. En realidad, se trata de sonidos compuestos de varias frecuencias, pudiendo estar o no acompañados de algunos sonidos musicales. La mayor parte de ruido industrial es una mezcla de numerosas frecuencias denominada ruido de banda ancha. (...) Dado el carácter aleatorio de la variación de la presión instantánea en los ruidos, es en ellos donde el concepto de presión eficaz alcanza toda su vigencia. Ya que con él se cuenta con un procedimiento estadístico de valoración de la presión. (...) llamamos ruido, en un sentido más amplio, a cualquier sonido que interfiera*

---

<sup>52</sup> También Michel Chion se hace eco de esta distinción. Pierre Schaeffer diferencia entre los sonidos “tónicos” de altura determinada y los “complejos.”

<sup>53</sup> MIYARA, Federico: “Música y ruido”. En: Revista *Tecnopolitan*, número de marzo – abril 2001. [<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonmurui.pdf>]. Consultado en enero de 2012.

*negativamente en alguna actividad humana y que por lo tanto no sea deseado en el momento que se produce. (...) un ruido es un sonido que molesta. De esta definición se desprende que la más bella melodía puede ser considerada, en ocasiones, como un ruido.*<sup>54</sup>

Charles A. Culver dice:

*(...) todos los sonidos pueden ser clasificados aproximadamente en dos grupos, (...) ruidos y sonidos musicales. No hay una estricta línea de demarcación entre estos dos tipos de sonidos, un ruido comúnmente consiste en un grupo de pulsos no periódicos derivados de la vibración irregular de un cuerpo o grupo de cuerpos. Tal sonido no manifiesta una afinación definida y normalmente produce una sensación no placentera en la escucha.*<sup>55</sup>

Por oposición habla de los sonidos musicales que son placenteros y estrictamente periódicos, con una altura definida, aunque tampoco son sonidos sencillos.

Michel Chion continúa la idea de Culver y explica que:

*(...) por supuesto, no existe, como es sabido o debería serlo, una distinción acústica absoluta entre lo que llamamos ruido y lo que llamamos música. (...) Desde el punto de vista acústico, no hay por supuesto, en el nivel de los elementos, es decir, de los sonidos aislados, una solución de continuidad tan neta entre los tres dominios que convencionalmente se califican de palabra, música y ruido.” Después añade: “Mientras que ‘sonido’ solo remite a sentidos que se hallan relativamente relacionados entre sí, ‘ruido’ significa exactamente lo que uno quiera, pues la gama de sus sentidos derivados, poéticos, simbólicos o transformados en imagen es infinita.*<sup>56</sup>

Murray Schafer define ruido como una “*señal sonora indeseable, cualquier señal sonora que interfiere y que destruye las cosas que deseamos escuchar.*”<sup>57</sup> Schafer hace una pequeña reseña al concepto de disonancia y su evolución en la historia de la música ya que, hablando del intervalo de tercera mayor, se considera la disonancia más

---

<sup>54</sup> RICO ORTEGA, Agustín: *Protección frente al ruido. Tomo I: Fundamentos*. España. Tórculo Edicións. 2008. p.47.

<sup>55</sup> CULVER, Charles A: *Musical acoustics*. Philadelphia. The Blakiston Company. 1951. Tercera edición, p.5.

<sup>56</sup> CHION, Michel: *El sonido*. Barcelona. Paidós. 1999. pp.212 – 215.

<sup>57</sup> SCHAFFER, R. Murray: *The tuning of the World*. New York. Alfred A. Knopf. 1977.

antigua y, hoy en día, es la consonancia más reciente. Establece la relatividad del concepto ruido y, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y la definición de John Cage sobre qué es música, no se debe considerar si un sonido es ruido o no hasta que *“determinemos si esos sonidos constituyen parte del discurso que ha de ser escuchado o son caprichosas interferencias del mismo.”*<sup>58</sup>

Pero, según esto, y musicalmente hablando, esta determinación que apunta Schafer vendrá dada, no por el oyente, sino por el compositor de la obra que escuchemos. O sea que en este caso hay una intención comunicativa por parte del compositor.

Bart Kosko, después de enumerar situaciones en las que se identifica un ruido como tal dice:

*El ruido es una molestia. (...) Es una señal que no nos gusta. El ruido tiene dos partes. La primera tiene que ver con la cabeza y la segunda con el corazón. La primera es la parte científica u objetiva: El ruido es una señal. Pero entonces ¿qué es una señal? (...) Una señal es cualquier cosa que transmita información. (...) La segunda parte es la subjetiva: Se trata de valores. Se trata de cómo dibujamos la línea borrosa entre las buenas señales y las malas señales. Las señales de ruido son las señales malas. Son las señales no deseadas que enmascaran o corrompen nuestras señales preferidas. No sólo la interferencia sino que tienden a la interferencia al azar.*<sup>59</sup>

Después, Kosko habla sobre la dualidad: *la señal de una persona es el ruido de otra y viceversa*. Es muy interesante el concepto de azar o aleatorio, concretando que es una característica fundamental del ruido que lo hace molesto e impredecible.

Joanna Demers hace un compendio de las características del ruido en diferentes ámbitos:

*En términos generales, un sonido no deseado. Para los acústicos, ruido puro o ‘blanco’ es cualquier señal audible aleatoria en el cual la intensidad de todas las frecuencias es uniforme. La musicología y los estudios sonoros señalan los aspectos comunicativos del ruido. Puede funcionar como una herramienta de resistencia a las nociones dominantes de belleza u orden. En la música electrónica, el ruido se ha*

---

<sup>58</sup> CAGE, John: *Silencio: conferencias y escritos*. Madrid. Ardora. 2007.

<sup>59</sup> KOSKO, Bart: *Noise*. New York. Penguin Group. 2006. Cap. 1.

*recuperado como una entidad estética, particularmente en géneros como el glitch y el hip-hop donde el ruido fonográfico es común.*<sup>60</sup>

El Glosario de Términos Acústicos<sup>61</sup> publicado por la Sociedad Española de Acústica<sup>62</sup> está basado en las normas UNE e ISO de AENOR.<sup>63</sup> En él se pueden encontrar las siguientes definiciones sobre el ruido con la norma UNE que lo regula:<sup>64</sup>

**ruido** (UNE 21302-801:2001):

- a) vibración errática o estadísticamente aleatoria.
- b) sonido o cualquier otra perturbación desagradable o indeseada.

**ruido aéreo:** ruido que se genera o propaga en el aire (UNE-EN ISO 140-3:1995).

**ruido aleatorio:** oscilación debida a la conjunción de un gran número de perturbaciones elementales de amplitudes aleatorias o que se presentan aleatoriamente en el tiempo (UNE 21302-801:2001).

**ruido ambiental:** ruido presente en un lugar determinado, generalmente resultado de la composición de sonidos de muchas fuentes, próximas o distantes (UNE ISO 1996-1:2005).

**ruido blanco:** ruido cuya densidad espectral de potencia es independiente de la frecuencia (UNE-EN ISO 8253-2:1998).

**ruido cuasi-impulsivo:** Serie de impulsos acústicos de amplitud comparable con intervalos menores que 0,2 s entre cada impulso (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido de banda ancha:** ruido caracterizado por un espectro continuo en un ancho de banda de frecuencias amplio (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido de banda estrecha:** ruido caracterizado por un espectro continuo en un ancho de banda de frecuencias reducido (UNE-EN ISO 12001:1997).

---

<sup>60</sup> DEMERS, Joanna: *Listening through the noise. The aesthetics of experimental electronic music*. New York. Oxford University Press, Inc. 2010. Glosario de términos.

<sup>61</sup> VV.AA.: *Glosario de términos acústicos. Colección: Temas de Acústica-Vol. 3*. Madrid. Sociedad Española de Acústica. 2012.

<sup>62</sup> En: [<http://www.sea-acustica.es/>]

<sup>63</sup> Asociación Española de Normalización y Certificación. En: [[www.aenor.es](http://www.aenor.es)].

<sup>64</sup> Estas definiciones son iguales a las de la *Internacional Electrotechnical Commission*, IEC 60050.

**ruido de flujo:** ruido generado por el flujo de un fluido, generalmente del aire, al interaccionar con un obstáculo, por ejemplo, un silenciador en un conducto (UNE-EN ISO 7235:2004).

**ruido de fondo:** ruido procedente de toda fuente que no sea la fuente de interés (UNE-EN ISO 3744:1996).

NOTA El ruido de fondo puede ser aéreo, estructural y eléctrico propio de los instrumentos de medida.

**ruido de fondo de un sonar:** ruido total que interfiere la recepción de la señal deseada en el receptor final, es decir: en el aparato de registro o el oído del operador (UNE 21302-801:2001).

**ruido de mar:** ruido en el mar emitido por las fuentes naturales tales como la agitación térmica, el viento, las olas y corrientes marinas y la lluvia (UNE-EN ISO 2922:2001).

**ruido de transmisión líquida:** sonido que se propaga en el seno de un líquido (UNE-EN ISO 11688-1:1998).

**ruido específico:** componente del ruido ambiental que puede identificarse específicamente y que está asociado a una fuente determinada (UNE-ISO 1996-1:2005).

**ruido estable:** ruido cuyas fluctuaciones de nivel son despreciables en el curso del periodo de observación (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido estructural:** sonido que se genera o se propaga en los elementos constructivos sólidos (UNE-EN 12354-2:2001).

**ruido fluctuante:** ruido continuo cuyo nivel de presión sonora varía notablemente, pero no de manera impulsiva, durante el periodo de observación (UNE-ISO 1996-1:2005).

**ruido impulsivo:** ruido consistente en una serie de impulsos de energía acústica, teniendo cada impulso una duración menor que aproximadamente 1 s (UNE-ISO 1996-1:2005).

**ruido-impulsivo cuasi-estable:** serie de impulsos acústicos de amplitud similar con intervalos menores que 0,2 s cada impulso (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido inicial:** ruido total presente en una situación inicial antes de cualquier cambio en la situación existente (UNE-ISO 1996-1:2005).

**ruido intermitente:** ruido cuyo nivel cae bruscamente hasta el nivel del ruido de fondo a diversas velocidades en el curso del periodo de observación. El tiempo durante el cual el nivel conserva un valor constante diferente del de ruido de fondo es del orden de 1 s o más (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido irradiado:** ruido radiado al agua por los barcos, las embarcaciones de superficie, los submarinos o las instalaciones fijas (UNE 21302-801:2001).

**ruido no estable:** ruido cuyo nivel varía notablemente en el curso del periodo de observación (UNE-EN ISO 12001:1997).

**ruido parásito:** contribución al ruido perturbador procedente de fuentes de ruido externas a la superficie de medida (UNE-EN ISO 9614- 1:1995).

**ruido periódico:** evento sonoro que se reproduce periódicamente. Fuentes de ruido clásicas son las ruedas dentadas y las máquinas de pistón. La característica de un ruido periódico es que presenta un espectro que describe una línea (UNE-EN ISO 11688-1:1998).

**ruido propio de un sonar:** parte del ruido de fondo debida al equipo, a las máquinas y al movimiento del navío o de la plataforma en que está instalado el sonar (UNE 21302-801:2001).

NOTA El ruido propio se valora normalmente como la onda plana equivalente que llega al transductor según la dirección de la respuesta máxima.

**ruido residual:** ruido ambiente que perdura en un lugar determinado, en una situación determinada cuando se suprimen los ruidos específicos en estudio (UNE ISO 1996-1:2005).

**ruido rosa:** ruido cuya densidad espectral de potencia es inversamente proporcional a la frecuencia (UNE-EN 24869-1:1994).

**ruido tonal:** ruido caracterizado por un componente de frecuencia única o por componentes de banda estrecha que emergen de forma audible del ruido ambiente (UNE-ISO 1996-1:2005).

**ruido total:** ruido global existente en una situación determinada en un momento determinado, generalmente compuesto por ruidos emitidos por varias fuentes, tanto próximas como lejanas (UNE ISO 1996-1 :2005).

**ruidosidad:** cuantificación de la molestia producida por el ruido de aeronaves que se calcula a partir de los niveles de presión acústica en las 24 bandas de tercio de octava centradas en valores de frecuencia de 50 Hz a 10 kHz, utilizadas en el cálculo del nivel de ruido percibido. La unidad de medida es el *noy* (UNE 21302- 801:2001).

Se puede apreciar que cada término definido en este glosario equivale a una clasificación objetiva dependiendo del efecto que crean y las características que tienen que los diferencian unos de otros.

Analizando el tratado de diseño de espacios arquitectónicos de Antoni Carrión Isbert<sup>65</sup> se encuentran las siguientes definiciones referidas a la clasificación de los sonidos:

*Los sonidos se dividen en deterministas y aleatorios. Los primeros se pueden representar siempre mediante una expresión matemática que indica la forma en que varía la correspondiente presión sonora en función del tiempo. Los segundos, en cambio, van asociados a vibraciones irregulares que nunca se repiten exactamente y que, por tanto, solamente se pueden describir mediante parámetros estadísticos.*

Se entiende deterministas como determinados. Éstos los divide en sonidos periódicos simples que se componen de una única frecuencia sin armónicos como es el diapasón, y sonidos periódicos complejos que los define como “*sonidos caracterizados por una frecuencia origen, denominada fundamental o primer armónico, y un conjunto finito (y a veces infinito) de frecuencias múltiplos de ésta, denominados armónicos.*”

Añade un tercer tipo de sonido determinado que es el sonido transitorio que define como:

---

<sup>65</sup> CARRIÓN ISBERT, Antoni: *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya, SL. 1998.



*Sonido resultante de la brusca liberación de energía bajo la forma, por ejemplo, de explosiones o impactos. Es de aparición repentina y tiene una duración breve. A diferencia de los sonidos periódicos comentados anteriormente, contiene un gran número de componentes frecuenciales que no guardan una relación armónica entre sí, sino que forman un espectro continuo. Una palmada constituye un ejemplo de este tipo de sonidos.*

Este tipo de sonidos son especialmente interesantes para la medida de acústica de salas.

Después añade los sonidos aleatorios:

*Los sonidos aleatorios están formados por muchas frecuencias de valor impredecible. Habitualmente reciben el nombre de ruidos (ruido = sonido no deseado). En este caso, en lugar de utilizar el espectro frecuencial, se hace uso de la llamada densidad espectral de potencia, es decir, de la potencia sonora por unidad de frecuencia. Un sonido aleatorio característico es el ruido blanco. Se define como aquel ruido que presenta una densidad espectral de potencia constante.<sup>66</sup>*

Ese grado de imprevisibilidad del que habla definido para el ruido se puede extrapolar no sólo a las frecuencias sino también a las demás cualidades del sonido.

Si se consulta el punto de vista médico, el Dr. Ferrán Tolosa Cabaní define el ruido como:

*Sonido compuesto de múltiples frecuencias, no articulado, de cierta intensidad, y que puede molestar o perjudicar a las personas. El ruido se puede considerar el cuarto contaminante para el hombre y para el medio ambiente, después del aire, del agua y de los residuos sólidos, tanto en el medio industrial como en el urbano.<sup>67</sup>*

En la misma línea que el doctor Tolosa Cabaní está el libro de Acústica ecológica de Barry Truax.<sup>68</sup> En él se especifican las condiciones de un sonido para ser considerado ruido: Sonido no deseado, sonido no musical (extraído de la idea de Hemholtz), interferencias en un sistema de comunicación y, cualquier sonido con un

---

<sup>66</sup> *Ídem.*

<sup>67</sup> TOLOSA CABANÍ, Ferran: “Efectos del ruido sobre la salud”, En: *Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares*. Consultado en abril de 2012.

<sup>68</sup> *Op. cit.*

volumen alto. Un sonido que supera el umbral del dolor o que su intensidad o volumen es suficiente para causar un perjuicio en el ser humano.

Esto quiere decir que, sólo con que se cumpla esa condición en el parámetro de la intensidad, es suficiente para que cualquier tipo de sonido se convierta automáticamente en ruido.

Desde un punto de vista más estético, el filósofo Arthur Schopenhauer (1788 – 1860) en 1850 en su opúsculo *Sobre el ruido y el alboroto* introduce un concepto nuevo que es la sensibilidad del individuo o, mejor dicho, la insensibilidad al ruido característico de personas insensibles al arte y a las impresiones intelectuales de toda índole.

*Un gran intelecto sólo puede ser uno vulgar, si se le interrumpe, se le importuna y se desvía su atención; pues su superioridad está condicionada por el hecho de que concentra todas sus fuerzas, (...) en un punto y un objeto, y aquí es donde le obstruye la acción ruidosa. Por eso los intelectos eminentes son tan pocos amigos de toda perturbación, interrupción o distracción, sobre todo de las que se producen violentamente por el ruido, mientras que a los otros no les afecta en especial.*

Prosigue después,

*El ruido es la más impertinente de todas las interrupciones pues incluso interrumpe nuestros propios pensamientos, más aún, los rompe.*<sup>69</sup>

El escritor, filósofo y político Edmund Burke (1729 – 1797) escribe:

*Los sonidos tienen un gran poder en éstas<sup>70</sup> como en la mayoría de otras pasiones. (...) Un ruido excesivo por sí solo es suficiente para subyugar el alma, para suspender su acción y para llenarla de terror. (...) los temperamentos más estables apenas pueden resistirse a ser arrastrados a unirse al griterío común y a la resolución común de la muchedumbre.*<sup>71</sup>

Son especialmente interesantes estas últimas definiciones porque aluden a un perjuicio psicológico en el ser humano expuesto a determinado tipo de sonidos.

---

<sup>69</sup> SCHOPENHAUER, Arthur: *Parerga y Paralipómena*. Madrid. Letras Clásicas. 2009. p.1099.

<sup>70</sup> Se refiere a las pasiones sublimes.

<sup>71</sup> BURKE, Edmund: *De lo sublime y de lo bello*. Madrid. Alianza. 2010. pp.114 – 115.

## 2.7. Objetividad y subjetividad del término

Es necesario, por tanto, ver qué conceptos debe tener la definición de *ruido* desde una perspectiva más clara y no tan general. Surgen todavía varias preguntas después de leer atentamente todas las definiciones anteriores y las opiniones vertidas en artículos y libros que hablan acerca del ruido.

Las teorías coinciden en gran medida en lo que se considera ruido y música, pero estas características no dejan de ser puntos comunes que presentan las dos manifestaciones y que en absoluto son suficientes para englobar la profundidad que tienen los términos. ¿Dónde se pierde el carácter objetivo del sonido para convertirse en sonido agradable o desagradable? ¿Es lo mismo la música que los sonidos con características musicales? Hay dos factores psicológicos que habitualmente pasan desapercibidos. Uno es el contexto y otro el estado anímico o emocional. Ambos factores se dan exclusivamente en el cerebro del hombre ya que es en el ser humano donde cualquier sonido pierde la objetividad para convertirse en subjetivo.

Semánticamente se entiende la relación de conceptos de esta manera:

**MÚSICA** → CONNOTACIÓN POSITIVA

**SONIDO** → CONNOTACIÓN NEUTRA

**RUIDO** → CONNOTACIÓN NEGATIVA

Pero esta clasificación es irreal e incompleta puesto que todos los términos pueden llegar a tener cualquiera de las connotaciones.

Primero hay que tener en cuenta que sonido es cualquier estímulo auditivo que se produzca dentro de los márgenes de la audición, o sea, que esté entre 20 y 20.000 Hz, que supere el umbral inicial del oído, los 0 dB (decibelio)<sup>72</sup> y que haya un estado de

---

<sup>72</sup> El decibelio es una unidad logarítmica, es la décima parte de un belio, que es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia. El belio recibió este nombre en honor de Alexander Graham Bell. Un belio equivale a 10 decibelios y representa un aumento de potencia de 10 veces sobre la magnitud de referencia. Cero belios es el valor de la magnitud de referencia, o sea el

consciencia que permita al estímulo llegar al cerebro. A partir de estos factores objetivos se podrá ver el resultado subjetivo.

En la siguiente tabla se puede apreciar el proceso desde que se produce un sonido que llega a los oídos creando una sensación hasta que hay una reacción o respuesta a ese estímulo o a dicha sensación. Es el paso de la objetividad a la subjetividad desde la percepción física hasta el desencadenante de una reacción psicológica a esa percepción en el ser humano.

**Tab. 1** (p. siguiente): Esquema de la percepción del sonido (Objetividad/subjetividad)

---

umbral auditivo (0 dB). Así, dos belios representan un aumento de cien veces en la potencia, 3 belios equivalen a un aumento de mil veces y así sucesivamente. A partir de ahora dB.

OBJETIVO →		SUBJETIVO → (condiciones de percepción)		MAYOR SUBJETIVIDAD
<b>SONIDO</b>	<b>Situación espacio-temporal</b>	<b>Percepción cerebro</b>	<b>Sensación</b>	<b>Respuesta o decisión</b> si la sensación es Agradable o Desagradable (consciente o inconsciente)
	<i>Variables del entorno:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugar</li> <li>- Tiempo</li> <li>- Ambiente</li> </ul>	<i>Integración en el espacio y/o situación:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrado</li> <li>- Ajeno</li> </ul>		Música
	<i>Estado personal de consciencia</i>	<i>Situación emocional:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición</li> <li>- Tranquilidad</li> <li>- Irritabilidad</li> <li>- Resignación</li> </ul>	- Agradable  - Neutra  - Desagradable	Sonido agradable  Sonido neutro o con información ajena al propio sonido  Sonido molesto e impredecible
	<i>Umbral diferencial de referencia:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto</li> <li>- Medio</li> <li>- Bajo</li> </ul>	<i>Control del estímulo:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sí o No</li> <li>- No relevante</li> </ul>		Sonido desapercibido  Ruido
	<i>Intensidad del sonido</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto</li> <li>- Bajo</li> </ul>			Contaminación acústica

Hablando en términos semiológicos, la sensación que produce una sirena o timbre, objetivamente hablando, puede ser desagradable debido a la intensidad de su sonido, por necesitar llegar al máximo número de personas creando una vía de comunicación, y a las frecuencias que se utilizan por el mismo motivo. Pero esa percepción desagradable pasa desapercibida al contener un mensaje más allá del propio sonido (alguien llama o fin de la jornada, etcétera). En este caso la percepción objetiva del sonido se vuelve subjetiva por la información que revela. Es decir, un sonido no deseado se vuelve deseado al tener connotaciones de algo más agradable o interesante.

Dependiendo del estado de ánimo el ser humano es capaz de tolerar y condescender con situaciones ruidosas molestas si encuentra satisfacción en lo que hace o la situación y el lugar producen esa satisfacción, como puede ser una fiesta con música y ruido alto. La situación espacio temporal tiene especial relevancia en el umbral diferencial<sup>73</sup> que se toma como referencia. Si se es partícipe en la creación del ruido se soporta mejor puesto que se tiene cierto control sobre él. El factor del control y del tiempo del sonido no deseado es muy importante ya que, cuando no se crea un sonido y no se puede controlar dejar de oírlo ni el tiempo que se va a prolongar, la escucha se vuelve cada vez más activa maximizando la sensación de molestia y con ello la importancia de los aspectos subjetivos del sonido.

Llegados a este punto, surgen estas preguntas:

¿Las connotaciones y definiciones de música y ruido pueden llegar a ser intercambiables dependiendo de factores internos o externos al ser humano?, o dentro del campo psicológico, ¿Puede incluso el silencio manifestar o crear sensaciones similares al ruido o a un sonido no deseado? Las dos son posibles igualmente si no es algo deseado debido a la subjetividad de la percepción. No conllevan un perjuicio físico pero sí psicológico.

---

<sup>73</sup> El umbral diferencial es la capacidad discriminativa que tienen los sentidos. Muestra cuál es la intensidad mínima en la que debe crecer un estímulo para que se note su incremento. Para cada sentido el umbral diferencial es diferente, siendo el sentido de la vista el más sutil en la percepción del incremento y el olfato el que menos. En este caso, se centra en el sentido auditivo. El psicólogo alemán Ernst Heinrich Weber (1795-1878) fue uno de los primeros en estudiar los límites de la percepción utilizando el método experimental para notar las diferencias en los estímulos. Estas investigaciones dieron como resultado la *ley psicofísica de Weber* de 1860, relativa a las *mínimas diferencias perceptibles*. Esta ley, posteriormente elaborada por Gustav Theodor Fechner (1801 – 1887), daría lugar a la *ley de Weber-Fechner* que dice: *Si un estímulo se incrementa en progresión geométrica, la percepción lo hará en progresión aritmética.*

## 2.8. Buscando una definición de ruido

Teniendo en cuenta todo lo expuesto y exceptuando el ámbito musical, se puede ver que la definición de ruido debería contener los siguientes factores:

### RUIDO:

- Percepción auditiva.
- Receptor consciente de un sonido no deseado que no se siente parte activa de él.
- Sonido inútil que no posee información.
- De cualidades sonoras impredecibles y comportamiento aleatorio.
- Se siente como molesto y perturbador.
- Rompe, en mayor o menor medida, la acción que realiza en ese momento el receptor.
- Enmascaramiento de informaciones útiles emitidas simultáneamente. Unas son ruido para las otras.
- Capaz de producir un perjuicio psicológico o físico en el oyente.
- Cualquier sonido de alta intensidad que supere el nivel de tolerancia del individuo.

En estos factores he prescindido de valores como el timbre y, a primera vista, son opuestos a:

**Música:** sucesión ordenada de sonidos en base a unas reglas establecidas que tiene un fin concreto.

**Sonidos musicales:** sonidos que, sin regirse por reglas ni tener ningún tipo de orden, producen una sensación de agrado en las personas que lo escuchan.

### 3. LA DISONANCIA COMO PRECURSORA

*Debemos favorecer el uso de la disonancia al máximo.*<sup>74</sup>

---

<sup>74</sup> Conversaciones sobre la realización de las apoyaturas en un aria de la ópera *Orfeo* de C. W. Gluck mantenidas con Christophe Rousset, clavecinista francés y director del grupo especializado en música antigua *Les Talens Lyriques*. 2016.





### 3.1. Definición

Según el diccionario *on line* de la R.A.E.<sup>75</sup> la definición de **disonancia** es:

(Del lat. *dissonantia*).

1. f. Sonido desagradable.
2. f. Falta de la conformidad o proporción que naturalmente debe tener algo.
3. f. *Mús.* Acorde no consonante.

La primera y la tercera definición hacen referencia a sensaciones auditivas que el sonido produce en el ser humano y que, por ello, no dejan de tener un cariz subjetivo. La segunda definición, vista desde un punto de vista musical, se podría considerar de la misma forma. Dejando a un lado la física del sonido y si se parte de estas sensaciones, se puede apreciar que las tres definiciones muestran una similitud muy importante con lo que se denomina ruido. No obstante, ese cariz subjetivo se torna más objetivo cuando los sonidos que producen dichas sensaciones muestran patrones físicos similares. Esto nos lleva a pensar que no son una coincidencia casual en estos sonidos sino, más bien, un elemento común que genera este tipo de sensaciones.

Teniendo en cuenta esto, no es difícil pensar que la incorporación del ruido a la música que hoy se experimenta en el siglo XX, se gestase partiendo del uso de la disonancia, de acuerdo a la estética de cada momento, y que la constante evolución musical y la búsqueda de nuevos medios de expresión haya hecho el resto a lo largo de los siglos.

La consonancia o disonancia nace a partir de la división de la octava que sigue un proceso diferente dentro de cada cultura. Según Goldáraz Gainza:

*Al escuchar dos sonidos sucesivos o simultáneos su combinación nos resulta más o menos «agradable». Un desiderátum sería que en la división de la escala se incluyesen el mayor número posible de intervalos «agradables», es decir, de consonancias. Hay algunas de éstas que parecen gozar de cierta universalidad como la*

---

<sup>75</sup> Real Academia Española. En:  
[[http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=disonancia](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=disonancia)], consultado en abril de 2012.

*octava y quínte (y cuarta), no así otras como las terceras y sextas, producto de la polifonía occidental.*<sup>76</sup>

Partiendo de la base de que también se entienden los términos consonancia y disonancia como subjetivos, en determinadas épocas de la música, el uso de estructuras armónicas no tradicionales dentro de un discurso de armonía tradicional de consonancias (o lo que la armonía tradicional entiende como intervalos o acordes consonantes) utilizando la disonancia de forma explícita sin seguir, aparentemente ninguna regla, puede suponer una ruptura sonora grande dentro de dicho discurso y una perturbación auditiva o de tensión sonora semejante a lo que se considera un ruido.

Sin embargo, la disonancia no es algo a evitar en la música. Carlos José Melcior, en su *Diccionario Enciclopédico de la Música* (1859), define la disonancia de la siguiente manera:

*Las disonancias no son desagradables en la música, al contrario, la que no las tuviera, sería muy chabacana. Verdad es que las disonancias tomadas aisladamente serían desagradables, y que un seguido de ellas serían poco gratas, pero como no es regular que se componga música de solas disonancias, en la composición unidas con arte á las consonancias hacen un maravilloso efecto.*<sup>77</sup>

Ya en el siglo XV la disonancia es tolerada en la escritura a más de tres voces obedeciendo a un cierto número de reglas ya que la evolución musical hace que sea complicado escribir sólo con consonancias. Para los teóricos no tiene valor estético sino más bien práctico. Según Johannes Tinctoris (c. 1435 – 1511) en su *Liber arte contrapuncti* de 1477, las disonancias son permitidas de vez en cuando en el contrapunto disminuido,<sup>78</sup> requeridas por el movimiento de las voces. El motivo por el que las disonancias ocasionales *no ofenden tan violentamente a los oídos* obedece fundamentalmente a razones rítmicas más que melódicas. Sin embargo, no contribuyen a hacer más agradable la consonancia.

---

<sup>76</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza. 2000. p.11.

<sup>77</sup> MELCIOR, Carlos José: *Diccionario Enciclopédico de la Música*. Lérida. Imprenta Barcelonesa Alejandro García. 1859. Entrada: Disonancia.

<sup>78</sup> Cuando habla de contrapunto *disminuido* no se refiere a intervalos sino a rítmica.

Posteriormente, los teóricos del siglo XVI tienen una actitud más abierta puesto que no sólo toleran las disonancias, sino que les parecen necesarias para hacer más expresivo el discurso. Hay que añadir que muchas de las reglas que se establecieron son, en un primer momento, para intervalos melódicos y posteriormente armónicos.<sup>79</sup>

Según Felipe Pedrell (1841 – 1922), a mediados del siglo XX:

*La consonancia es una combinación de reposo que podemos llamar estática, y la disonancia, una combinación de movimiento o dinámica. La disonancia es una voz mantenida con violencia fuera de la armonía. El oído desea que la disonancia resuelva, esto es, que se mueva, para que vuelva a su centro, que es la armonía.*<sup>80</sup>

José Forns (1898 – 1952) lo expresa de la misma manera que Pedrell.<sup>81</sup>

Esto quiere decir que incluso en la armonía tradicional, estas disonancias no son estructuras a evitar, sino que, por el contrario, dan impulso y dirección al discurso armónico y lo enriquecen siguiendo el principio de contraste que regula la alternancia entre consonancias y disonancias.

Diether de la Motte (1928 – 2010) lo expresa así hablando de *Tristan e Isolde* de Richard Wagner:

*No hay que olvidar que, tanto en Tristan como en la obra posterior de Wagner, se hallan extensos pasajes basados en sencillos encadenamientos cadenciales. En este caso Wagner evita el ‘aburrimiento’ a base de una refinada aplicación de los retardos (tanto preparados como, sobre todo, libres).*<sup>82</sup>

Por eso, la disonancia será mucho más efectiva y expresiva cuanto más tradicional sea el marco de consonancias de la obra, que vendrá dado por el momento histórico en el que fue compuesta. Es decir, será más o menos áspera dependiendo del

---

<sup>79</sup> Los intervalos pueden ser armónicos o melódicos. En los intervalos armónicos los sonidos suenan simultáneamente, mientras que en los melódicos suena primero una nota y después otra. Los intervalos armónicos crean la armonía y los melódicos la melodía. En muchos de los tratados antiguos consultados a veces es difícil saber si se están refiriendo a intervalos melódicos o armónicos. Para este estudio se hablará siempre de intervalos armónicos.

<sup>80</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de Armonía*, Vol. III. Barcelona. Labor. 1948.

<sup>81</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. p.38.

<sup>82</sup> DE LA MOTTE, Diether: *Armonía*. Madrid. Mundimúsica. 2007.

contexto armónico y del lenguaje que se esté utilizando, siendo de mayor impacto cuanto más contraste cree.

Los teóricos tuvieron muy en cuenta el factor rítmico como un factor decisivo a considerar a la hora de establecer las reglas que regulan el uso de las disonancias. Antiguamente en los tratados de contrapunto, las relegaban a partes débiles de compás con duraciones siempre iguales o inferiores a las consonancias para atenuar el efecto disonante.

Para crear una disonancia aislada en música se necesitan dos o más sonidos sonando simultáneamente porque va a ser esta unión de frecuencias la que va a producir las sensaciones de las que se habló antes. El parámetro que va a actuar fundamentalmente en la creación de disonancias es la diferencia de altura de estos sonidos, es decir, el intervalo o la distancia que hay entre ellos que ya vienen regulados desde las antiguas teorías de las proporciones de la escuela pitagórica.

Se hará un recorrido histórico a través de las principales fuentes teóricas de la música occidental de las que se disponen, comenzando desde la escuela pitagórica, para entender cómo se utilizaron los intervalos, las características que tuvieron dependiendo de la época, qué entendían por consonancia y disonancia y la evolución de las teorías que regulaban los intervalos a lo largo de la historia y las consecuencias de éstas en la música.

### 3.2. La música griega

La música griega<sup>83</sup> es fundamentalmente monódica aunque se dan estructuras heterofónicas entre los instrumentos y el canto. Está constituida por siete temas: notas, intervalos, géneros, sistemas de escala, *tonoi*, modulación y composición melódica.<sup>84</sup> Tiene dos especies de movimiento de la voz humana: el continuo y el diastemático. En el primero, la voz va cambiando la altura del sonido continuamente hacia arriba y hacia abajo sin quedarse fija en ningún sonido. En la segunda, la voz mantiene las alturas del sonido distinguiéndose entre ellas los intervalos. Estos intervalos se combinaban formando sistemas o escalas. La construcción de escalas se basa en el tetracordo constituido por cuatro notas con la extensión de un Cuarta<sup>85</sup> (diatessaron).

Toda la construcción de modos gira en torno al tetracordo<sup>86</sup> Dórico (tono – tono – semitono). Las notas de inicio y final del tetracordo eran consideradas como estables o fijas (*histotes*), mientras que las dos centrales podían variar (*kinoumanoi*) dando lugar a los géneros: diatónico, cromático y enarmónico.<sup>87</sup> Por las descripciones de Aristóxeno y de autores posteriores se deduce que utilizaban intervalos menores que el semitono, cercanos al cuarto de tono. Según Dionisio de Pedro, los griegos *sentían estos desplazamientos como coloraciones que servían a una expresión subjetiva*.<sup>88</sup>



**Ilust. 2:** Géneros griegos.

---

<sup>83</sup> Cuando se habla de harmonia, armonía o harmónica en el ámbito de la música griega se refiere a las normas que rigen la colocación de los sonidos en los modos. De igual forma, cuando se habla de tono se refiere a un sonido o nota, o a la distancia entre dos sonidos.

<sup>84</sup> Así los ordena Cleónides. GROUT, Donald; PALISCA, Claude V: *Historia de la música occidental*. 2 Vol. Madrid. Alianza Música. 1990.

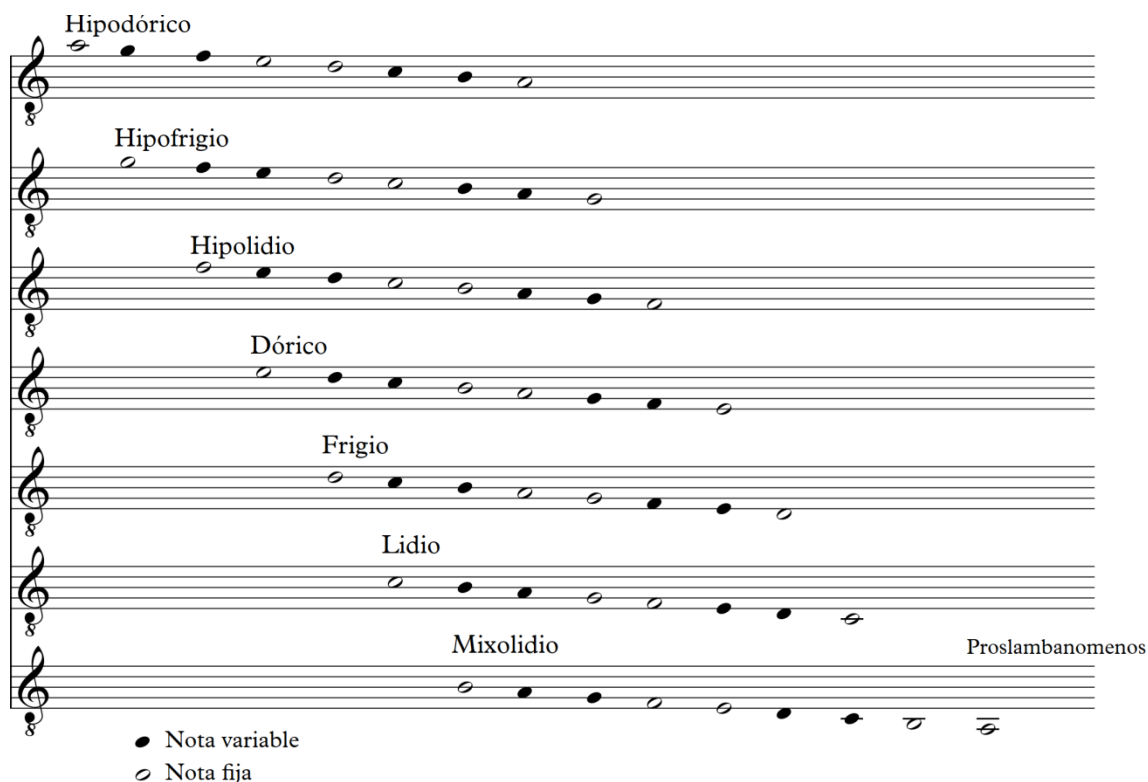
<sup>85</sup> Para evitar confusión con otros términos, los intervalos aparecerán con la primera letra en mayúsculas excepto en las citas literales que aparecerán como estén escritos.

<sup>86</sup> Del griego *Tetrachordon*, cuatro sonidos.

<sup>87</sup> He utilizado la nomenclatura actual de notación para señalar los cuartos de tono.

<sup>88</sup> DE PEDRO CURSÁ, Dionisio: *Teoría completa de la música*. vol.2. Madrid. Real Musical. 1992. p.123.

Dentro de estos tres géneros, las notas móviles podían estar sujetas a pequeñas variaciones.



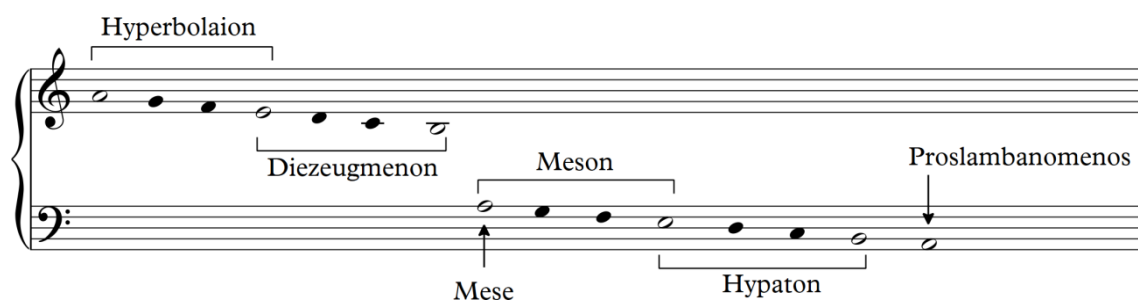
**Ilust. 3:** Modos griegos.<sup>89</sup>

Los dos tetracordos podían combinarse para construir sistemas de heptacordos, octavas y octavas dobles. Así se tienen los tetracordos conjuntos (concordantes), cuando la última nota de un tetracordo es también la primera del siguiente, y los disjuntos (discordantes) cuando había un tono entre ellos. La separación entre los dos tetracordos se llamaba *Diazeuxis*. Finalmente surgió el sistema completo<sup>90</sup> (*Teleion*) que era una escala de dos octavas formada por tetracordos conjuntos y disjuntos alternados más una nota añadida llamada *proslambanomenos* que se hallaba fuera de la estructura.<sup>91</sup>

<sup>89</sup> Escalas según Ptolomeo.

<sup>90</sup> Normalmente se escribe empleando la escala de *la* para evitar alteraciones.

<sup>91</sup> Según Dionisio de Pedro se obtenía ampliando el modo Dorico en dos tetracordos.



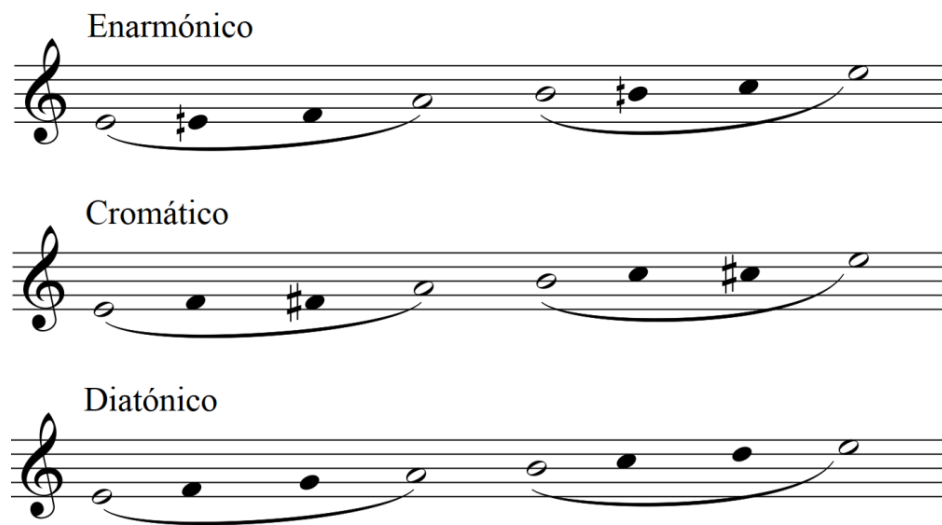
**Ilust. 4:** Distribución de los tetracordos griegos.



**Ilust. 5:** Heptacordo griego en los tres géneros (Macran).<sup>92</sup>

<sup>92</sup> MACRAN, Henry S., M.A.: *The Harmonics of Aristoxenus*. Oxford. Oxford at the Claredon Press. 1902.





**Ilust. 6:** Octacordo griego en los tres géneros (Macran).<sup>93</sup>

Los *tonoi* eran un medio de organizar la melodía, aunque las melodías cambiaban mucho dentro del ámbito geográfico y cronológico de la cultura griega. Han dado pie a muchos desacuerdos entre los tratadistas.

---

<sup>93</sup> *Ibíd.*

### 3.3. La escuela pitagórica y breve evolución de las proporciones interválicas hasta Boecio. La objetividad de la razón.

La escuela pitagórica es la escuela que ha tenido más influencia en toda la historia de la música. Todos los tratadistas occidentales la conocían y la han utilizado de una u otra forma como base para sus teorías. Para los pitagóricos el número y la armonía es inmanente a todas las cosas, fundamental para poder entenderlas. La música tiene una posición central dentro de la cosmología y la metafísica ya que a través de la música se revela la naturaleza más profunda tanto de la armonía como del número.

Los pitagóricos sólo admitían las tres consonancias simples, la Octava, la Quinta y la Cuarta al ser las únicas que se hallaban en proporciones múltiples<sup>94</sup> o superparticulares,<sup>95</sup> dentro de los límites impuestos por la *tetraktys*<sup>96</sup> o suma de los cuatro primeros números:  $1+2+3+4 = 10$ . El grado de consonancia venía determinado por la cercanía a la unidad de los términos de sus razones.

<i>Dupla</i> <sup>97</sup>	2/1	<i>diapason</i>	=	<i>Octava</i>
<i>Sesquialtera</i>	3/2	<i>diapente</i>	=	<i>Quinta</i>
<i>Sesquitercia</i>	4/3	<i>diatessaron</i>	=	<i>Cuarta</i>

De esta forma la Octava se compone de una Quinta y una Cuarta o de dos Cuartas separadas por un tono. El problema surge porque la suma de dos consonancias menores que la Octava da siempre lugar a una disonancia ya que ninguna consonancia en razón superparticular puede dividirse en partes iguales. Como se ha visto, las notas

---

<sup>94</sup> Proporción múltiple es aquella en la que el número mayor contiene el menor un número exacto de veces de modo que nada sobre o falte.

<sup>95</sup> Proporción superparticular es aquella en la que el número mayor contiene al menor una vez y una parte alícuota (proporcional), numerativa del mismo.

<sup>96</sup> La *Tetraktys* (Τετρακτύς en griego) o *Tetorakutes*, es una figura triangular que consiste en diez puntos ordenados en cuatro filas, con uno, dos, tres y cuatro puntos en cada fila. Como símbolo místico, fue muy importante para los seguidores de los pitagóricos. Desafortunadamente no existen fuentes fidedignas acerca del *Tetraktys*, porque todo lo escrito sobre Pitágoras es de siglos posteriores. Lo que sí parece cierto es que el cuarto número triangular, el de diez puntos y que ellos llamaban *Tetraktys* en griego, era parte fundamental de la religión pitagórica.

<sup>97</sup> Aparecerá también como *Duple* según el tratadista.

se colocaron de forma descendente de acuerdo con la teoría musical griega. El heptacordo se compone de dos tetracordos conjuntos y el octacordio de dos tetracordos disjuntos, separados por un tono.

Se debe a Platón la primera descripción conocida de la división de los tetracordos de la octava en el género diatónico llenando los intervalos de Cuarta con tonos de la razón  $9/8$ . Los ditonos<sup>98</sup> compuestos de dos tonos eran demasiado grandes para la armonía y su razón no es ni múltiple ni superparticular, por lo tanto no se consideran consonancias. Sin embargo es un buen intervalo para la música monódica.<sup>99</sup> Esta escala fue la única que pasó de forma efectiva a la Edad Media a través de Boecio que ya comienza a colocar los tetracordos de forma ascendente en el siglo VI.

Aristóxeno de Tarento<sup>100</sup> también extrae los intervalos mediante un procedimiento cualitativo de suma y resta de consonancias y divide éstas en partes iguales ajeno al uso de las matemáticas, algo imposible en la tradición pitagórica. Cuando hay que obtener intervalos menores que el semitono en el género cromático y enarmónico, el procedimiento es el mismo:

*(...) en la melodía concurren las siguientes fracciones de un tono: la mitad, llamada semitono, la tercera parte, llamada diésis<sup>101</sup> cromática menor y la cuarta parte, llamada diésis enarmónica menor. No existe en la melodía ningún intervalo menor.<sup>102</sup>*

Divide el tono en 12 partes iguales. La diésis enarmónica se compone de 3 partes, la diésis cromática de 4 y de 6 el semitono.

Plutarco sigue la idea de las proporciones interválicas de Platón, idea que Platón extrae a su vez de la escuela pitagórica. Los cuatro elementos son las cuatro notas de la octava representadas por los números 6, 8, 9 y 12:

---

<sup>98</sup> Ditono o dítono. Intervalo de Tercera.

<sup>99</sup> Como se vio, la música en esta época es monódica (o monofónica) y heterofónica cuando se hace con instrumentos como el mismo Platón señala en *La República*. Ver bibliografía.

<sup>100</sup> Aristóxeno, Aristóxenos o Aristógenes. (Ἀριστόξενος)

<sup>101</sup> Diésis: Literalmente ‘separación’. Es la diferencia entre los semitonos mayor y menor o, en la afinación justa y los temperamentos mesotónicos, la diferencia entre 7 octavas sobre 12 quintas.

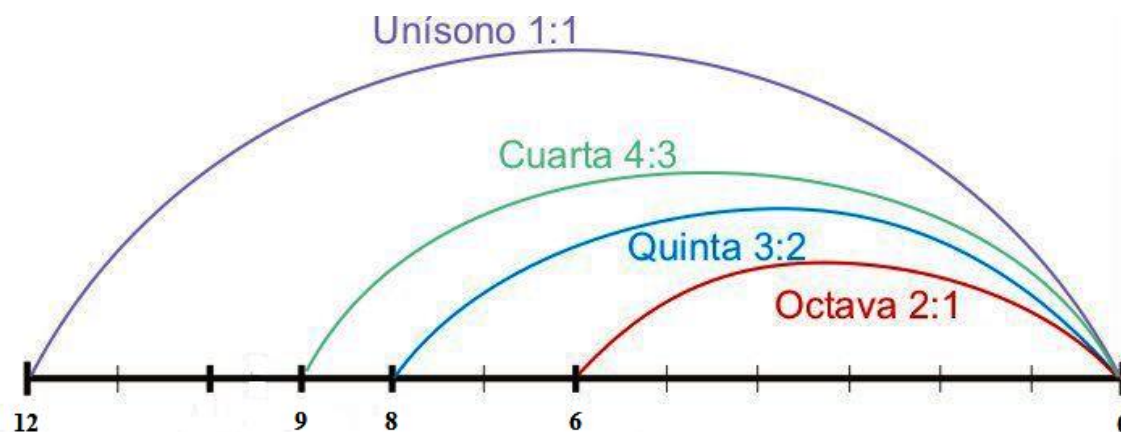
<sup>102</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza Música. 2000. p.40.

Tetracordo medio	hipate	mi	6
	mese	la	8
Tetracordo disjunto	paramese	si	9
	nete	mi	12

**Tab. 2:** Tetracordos de Plutarco.

La Octava (12/6) está compuesta de los intervalos 12/9 y 9/6 ó 12/8 y 8/6. A éstos los llama *intervalos medios*. Después añade:

*Ocurre que los principales intervalos de la música están constituidos por estas relaciones: la cuarta, que corresponde a la relación de cuatro a tres; la quinta, que corresponde a la relación de tres a dos; y la octava que corresponde a la relación del doble. Y también se tiene en cuenta la fracción de nueve a ocho, ya que corresponde a la relación de tono.*<sup>103</sup>

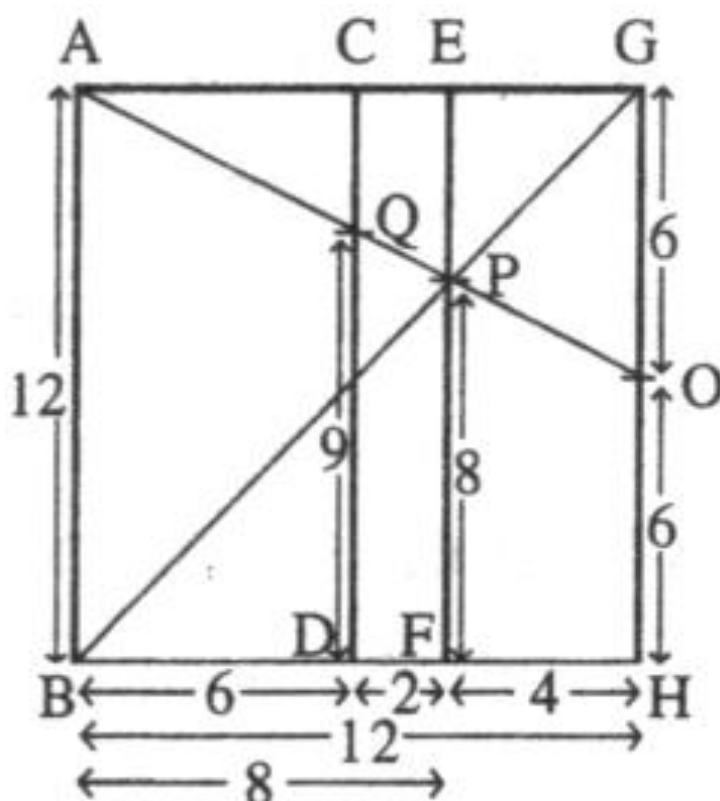


**Ilust. 7:** Proporciones de Plutarco.

<sup>103</sup> PLUTARCO: *Obras morales y de costumbres*. Edición de Manuela García Valdés. Madrid. Akal. 1987. p.390.

Arístides Quintiliano no menciona la *tetraktys* y en su lugar también resalta, como Aristóxeno y Plutarco, la importancia del número 12 que mantiene especiales relaciones armónicas con los cuatro primeros números y con los de la tétrada musical, 6, 8, 9 y 12, los cuales muestran la división de la Octava en Cuarta y Quinta:

*El doce es el número más musical de los números (...), es el único que tiene la razón sesquitercia  $[4/3]$  respecto al nueve, la sesquiáltera  $[3/2]$  respecto al ocho, la duple respecto al seis, y, además la triple respecto al cuatro y la cuádruple respecto al tres.*<sup>104</sup>



**Ilust. 8:** Proporciones de A. Quintiliano.

La cuerda primera AB sonará entera y dará el sonido más grave; en la cuerda segunda sonará la longitud QD, las tres cuartas partes del total, en consonancia de Cuarta respecto a la primera (12/9); en la tercera cuerda sonará la longitud FP, los dos

<sup>104</sup> QUINTILIANO, Arístides: *Sobre la música*. Madrid. Editorial Gredos. 1996. Libro III.

tercios del total, en consonancia de Quinta (12/8); en la Cuarta cuerda sonará la longitud HO, en intervalo de Octava respecto a la primera (12/6).<sup>105</sup>

Quintiliano explica la forma de obtener las razones de los intervalos a través de las proporciones pitagóricas. Así se tiene que el intervalo de Octava resulta de la unión del de Quinta (3/2) y el de Cuarta (4/3), ya que el número 3 respecto al 2 muestra la razón sesquiáltera y el 4 respecto al 3 la razón sesquitercia y respecto al 2 la duple. De esta forma se puede conocer las razones de los intervalos más pequeños que el ditono y sabiendo que el intervalo de Quinta excede al de Cuarta en un tono.

$$\text{Octava} \quad \rightarrow \quad 2/1 = 3/2 \cdot 4/3 = 12/6 \rightarrow 2/1$$

$$\text{Tono} \quad \rightarrow \quad (3/2) / (4/3) = 9/8$$

Para extraer el semitono y dado que entre 9 y 8 no hay ningún número, multiplicaron por 2 los términos y obtuvieron 18/16, lo que deja entre los dos el número 17 mediante el cual se dividiría el tono, pero los semitonos no son divisibles en partes iguales por lo que queda una parte mayor y una parte menor ya que el 17 respecto del 16 mantiene la relación sesquidecimosexta (17/16) y el 18 respecto del 17 la sesquidecimoséptima (18/17) que es menor. Lo que queda entre uno y otro se llama *leîmma*<sup>106</sup> que se expresa por la razón 256/243. Con la división del semitono existe un problema similar.

Este procedimiento es la forma más sencilla de realizar la división armónica. La división de un intervalo superparticular produce también intervalos superparticulares. El problema viene después cuando se observa que el intervalo de Cuarta no está constituido exactamente por dos tonos y un semitono.

Claudio Ptolomeo, autor más valorado en el Renacimiento, sigue la misma línea y divide el tetracordo en todas las partes posibles usando siempre razones superparticulares añadiendo, además, el criterio de colocar los intervalos mayores en el agudo y los menores en el grave.

---

<sup>105</sup> QUINTILIANO, Arístides: *Sobre la música*. Madrid. Editorial Gredos. 1996. p.177.

<sup>106</sup> También llamado *limma*. Los nombres y definiciones están tal cual aparecen en los tratados consultados por lo que pueden diferir dependiendo de cada autor.

Por eso el concepto de consonancia para Ptolomeo son los sonidos que “*unidos entre sí, fluyen gratamente al oído.*”<sup>107</sup> Disonancia son los sonidos que se comportan de forma contraria.

No obstante, para Goldáraz Gaínza las teorías de Ptolomeo tienen un gran carácter especulativo:

*Podemos ver el carácter de pura especulación que destilan las doctrinas de Ptolomeo si consideramos el método empleado en la división del tetracordio (...) Cuando a partir del siglo XVIII comience a tenerse en cuenta el parcial natural 7 para los intervalos de séptima, aparecerá la figura de Ptolomeo como precursora pero, insistimos, ¿tenía algún sentido físico o musical real?*<sup>108</sup>

Es necesario hacer un pequeño recorrido histórico desde el momento que hay referencias científicas concretas sobre cómo se hacía la música intentando separar la parte científica de cualquier referencia mágica a la mitología. La razón de empezar este recorrido en Pitágoras y Platón lo expresa muy bien Enrico Fubini al comienzo del segundo capítulo de su tratado de estética:

*Toda la especulación musical griega hasta Platón penduló entre doctrinas diversas, no siempre fáciles de definir, al menos si la luz que ha de alumbrarnos es la que arrojan los pocos fragmentos de que hoy disponemos, fluctuantes entre la exaltación de las virtudes mágicas y sobrenaturales de la música y la mística pitagórica de los números, y entre la afirmación de las virtudes educativas de aquella en el sentido ético – político y la antigua creencia que tenía por fundamento el poder hedonista del arte musical.*<sup>109</sup>

Son especialmente interesantes las alusiones a las sensaciones que producen las escalas o modos sobre los que hacían la música. Cito solamente las cuestiones musicales que afectan directamente al propósito del trabajo.

---

<sup>107</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza Música. 2000.

<sup>108</sup> *Ibíd.*

<sup>109</sup> FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo xx*. Madrid. Alianza. 2002. Cap. 2.

### 3.4. Principales autores hasta Boecio. La subjetividad de la percepción.

#### 3.4.1. Damón de Atenas (s.V. a.C.)

La época griega no está exenta de controversia ya que se observan muchas opiniones encontradas sobre los mismos temas. Los partidarios de la lira y los partidarios de la flauta sostienen una dura pugna que se extiende a la manera de entender los modos griegos. Damón de Atenas, citado por Platón, Aristóteles y Plutarco como uno de los más grandes teóricos musicales, propone la enseñanza exclusiva de la lira y ordena las escalas en cuatro tipos dependiendo de la altura de las voces humanas: Lidio, Jonio, Frigio y Dorio. Cada modo provoca en el alma un sentimiento propio:

**Lidio:** de carácter lamentoso tiene una influencia afeminante y es propio del treno.

**Jonio:** para los banquetes.

**Frigio y Dorio:** Invitan a la moderación y al valor.

Para Damón, cada armonía provoca en las personas una forma de actuar que se encuentra en correspondencia con ella, ya que cada armonía imita un determinado modo de ser. Los modos musicales estaban sujetos a diferentes estados de ánimo o caracteres llamados *ethoi*. Pero cada modo no imitaría sólo un estado de ánimo sino también las costumbres de cada país en el que se originase e, incluso, su régimen político: democrático, oligárquico o tiránico.<sup>110</sup> Sin embargo, la posición de escepticismo se deja sentir en el ámbito de los sofistas con una crítica:

*(...) a aquellos que pretenden que ciertas melodías hacen a los hombres moderados, sensatos, justos, valerosos, mientras otras los hacen perezosos, puesto que los Etolios, los Dólopes y los habitantes de las Termópilas que sólo conocen la música diatónica son más valerosos que los actores de tragedia que pasan el tiempo en cantar en el género enarmónico.*

---

<sup>110</sup> FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid. Alianza. 2002. p. 57.



Y continúa Manuela García Valdés:

*Atacan además a los teóricos de la armonía por su defensa, al modo de Damón, de la enseñanza exclusiva de la lira.*<sup>111</sup>

Otros autores opinan que el poder educativo está en el texto más que en la melodía y los nuevos autores reivindican una estética libre de todo control moral.

### 3.4.2. Platón (427 a.C. – 347 a.C.)

Gracias a Platón hay mucha información sobre la teoría musical griega. Presta especial importancia a la educación de la música por su capacidad para inspirar virtudes o vicios ya que los ritmos y la música en general son fundamentalmente imitación de caracteres y actitudes:

*¿creemos que se ha de permitir a los poetas que, tomando todo aquello en que cada uno se goza en su poesía, sea ritmo, entonación o palabra, lo enseñe en los coros a los tiernos hijos de aquellos bien regidos ciudadanos y haga a esos niños a su manera, con el resultado que sea en lo que toca a la virtud y al vicio?(...) conviene que los jóvenes de las ciudades se ejerciten habitualmente en buenos ademanes y buenas melodías.(...) antes diría que es la mejor música aquella que agrada a los mejores y bien educados y principalmente a aquel único que se distingue entre todos por su virtud y educación.” Añade después: “cuando alguno diga que la música se juzga por el placer, no se ha de aceptar esta afirmación en modo alguno, y no se ha buscar como digna tal música si es que efectivamente existe, sino aquella otra que nos ofrezca una semejanza en la imitación de lo bello.*<sup>112</sup>

Platón entiende por bello las obras que siguen las teorías de las proporciones. La buena música es el reflejo de las cosas buenas del bien de la virtud y de la ética.

Después hace referencia la subjetividad que existe en la tradición de escuchar determinados cantos que lleva a rechazar otros. Critica la música actual (actual para Platón) calificándola de inferior en cuanto a que no hace mejores a los hombres:

---

<sup>111</sup> PLUTARCO: *Obras morales y de costumbres*. Edición de Manuela García Valdés. Madrid. Akal. 1987. p.352. De las notas de M. García Valdés.

<sup>112</sup> PLATÓN: *Las leyes*. Madrid. Alianza Editorial. 2014. Libro II.

*Porque toda ocupación en torno a las Musas se hace infinitamente mejor cuando entra en ella el sistema en lugar del desorden, y ello, aunque no acompañe la dulzura al género musical. No hay género, en efecto, del que esté excluida la dulzura, pues, cuando uno ha vivido desde niño hasta la edad ya más sensata e inteligente con arreglo a una Musa sobria y sistemática, entonces, al oír la opuesta a ella, la odia y la califica de innoble, mientras que, si se ha educado en las normas de esa dulzura propia del vulgo, dice en ese caso que es la contraria a esta última la que resulta fría y desagradable. De modo que, (...) en lo que toca a placer y desagrado que puedan causar cada una, no hay superioridad por ninguna parte.*<sup>113</sup>

Y, finalmente concluye:

*Nuestra música estuvo una vez dividida en sus formas correctas (...) No estaba permitido intercambiar los estilos melódicos de estas formas establecidas con otras. El conocimiento informaba el juicio y penalizaba la desobediencia. No había silbidos, ruidos no musicales, o palmas para aplausos. La regla era escuchar silenciosamente y aprender; niños, profesores y la multitud se mantenían en orden ante la amenaza del palo. (...) Pero luego, la anarquía no musical fue dirigida por poetas que tenían talento natural, pero eran ignorantes de las leyes de la música (...) A través de la estupidez se engañaron en pensar que no había bien o mal en la música, que debía ser juzgada en función del placer que diese. Con sus obras y sus teorías infectaron a las masas con la presunción de creerse jueces válidos. Por lo que nuestros teatros, antes silenciosos, se volvieron vocales, y la aristocracia musical llevó a una perniciosa teatrocracia (...) el criterio no era música, sino una reputación por la habilidad promiscua y un espíritu de ruptura de las leyes.*<sup>114</sup>

Platón considera que la melodía se compone de las palabras, la armonía y el ritmo. Se entiende aquí la armonía como la diferencia de alturas de los sonidos que dan lugar a los modos. Expone después las particularidades y sensaciones de los modos y su correcto uso:

- ¿Cuáles son las armonías lastimeras? (...).
- La lidia mixta, la lidia tensa y otras semejantes –enumeró.
- Es preciso, por consiguiente, suprimirlas como malas (...).
- ¿Cuáles son, pues, las armonías muelles y usadas en los festines?

---

<sup>113</sup> Ídem. Libro VII.

<sup>114</sup> Ídem. Libro III.

- Algunas variedades de la jónica y la lidia, consideradas armonías relajantes.

Después añade sobre las armonías dórica y frigia:

*(...) escoge sólo éstas: una fuerte, que traduzca el tono y las expresiones de un hombre de corazón, sea en pelea, sea en cualquier otra acción violenta, como cuando, sin que se detengan las heridas ni la muerte o estando sumido en la desgracia, espera en tales ocasiones, con firmeza y sin abatirse, los azares de la fortuna; otra más tranquila, propia de las acciones pacíficas y completamente voluntarias de alguien que intenta convencer a otro de algo, con súplicas si es un dios, con advertencias o amonestaciones, si es un hombre; o que, al contrario, se rinde a sus súplicas, escucha sus lecciones y sus dictámenes, y que por lo mismo nunca experimenta el menor contratiempo, y que en fin, lejos de enorgullecerse por sus triunfos, se conduce con sabiduría y moderación y está siempre contento con su suerte. Reservemos estas dos armonías, violenta y pacífica, que pueden imitar las voces de los desdichados y de los felices, los prudentes o los valerosos.*

Platón habla después del ritmo:

*(...) es preciso desterrar la variedad y multiplicidad de medidas; indagar qué ritmos expresan el carácter de la vida ordenada y valerosa, y después de haberlos encontrado, someter el pie y la melodía a las palabras, y no las palabras al pie y la melodía. (...) Todas las medidas se reducen a tres tipos, así como todas las armonías resultan de cuatro tonos principales.*<sup>115</sup>

En conclusión, según las teorías Pitagórico – Platónicas, la música imita las leyes de la armonía de los astros (también llamada *armonía de las esferas* atribuida a Pitágoras (c. 570 – 497 a.C.) y sólo la razón puede captar esa armonía y no el oído, órgano sensible, que no es más que un intermediario. Platón establece que la unidad de medida es la distancia o intervalo entre la Tierra y la Luna. El *Alma del mundo* (demiurgo) representa la distancia de los planetas a la Tierra: 1 Luna, 2 Sol, 3 Mercurio, 4 Venus, 8 Marte, 9 Júpiter, 27 Saturno.<sup>116</sup> Es únicamente la razón la que interpreta y

---

<sup>115</sup> PLATÓN: *La República*. Barcelona. Austral. 2011. Libro III.

<sup>116</sup> PLATÓN: *Ión. Timeo. Critias*. Madrid. Alianza Editorial. 2016. pp.81 – 84.

comprende la estructura matemática de la música. Un intervalo es consonante únicamente por su proporción independientemente de que agrade al oído.<sup>117</sup>

*El demiurgo construye el alma del mundo a imagen del sistema musical. Posee también fuertes connotaciones pitagóricas. Surgen dos series geométricas de las divisiones que hace empezando por el 1, una de pares (1, 2, 4, 8) y otra de impares (1, 3, 9, 27). Si unimos estas dos series, tenemos como resultado la siguiente progresión: 1, 2, 3, 4, 8, 9 y 27). Los cuatro primeros números constituían para los pitagóricos el tetraktys cuya suma era 10. Cada uno de los intervalos de la progresión tiene dos medios: el armónico ( $4/3$  es el que hay entre 1 y 2), y el aritmético (3 es el que hay entre 2 y 4). Ordenando los medios con las dos series se configura la siguiente sucesión: 1,  $4/3$ ,  $3/2$ , 2,  $8/3$ , 3, 4,  $9/2$ ,  $16/3$ , 6, 8, 9,  $27/2$ , 18, 27.<sup>118</sup>*

### 3.4.3. Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.)

Alumno de Platón, fue el creador de la escuela de filosofía peripatética. Al igual que Sócrates y Platón, concede especial importancia a la educación musical de los jóvenes. Intenta congeniar la idea pitagórico – platónica con la de sus adversarios acercándose al pensamiento hedonista. En consecuencia, la música ofrece un placer natural que se opone al trabajo y la actividad y por eso es agradable a gentes de todas las edades, aunque también puede influir y afectar al carácter de las personas cambiando su estado de ánimo.

Entre las consideraciones de Aristóteles sobre la música, destacamos:

*(...) debemos pensar si debe preferirse la música de buena melodía o la más rítmica (...) Admitimos la división de las melodías de algunos filósofos, que las distinguen en éticas, prácticas y entusiásticas, y que distribuyen a la naturaleza propia de cada una de estas armonías una función peculiar y distinta. Afirmamos que la música no debe estudiarse con vistas a un beneficio único, sino a varios, pues puede usarse para la educación y para la purificación (...) y en tercer lugar, en la diversión,*

---

<sup>117</sup> Anicius Manlius Severinus Boëthius (Boecio), principal transmisor de las teorías de la escuela pitagórica, hace referencia a esta desconfianza de Pitágoras en los sentidos en su *De institutione musica*.

<sup>118</sup> PLATÓN: *Ión. Timeo. Critias*. Madrid. Alianza Editorial. 2016. p.82. Notas al pie de José María Pérez Martel.

*para relajamiento y descanso, tras la tensión del trabajo. (...) también los cantos catárquicos procuran a los hombres una alegría inocente.*<sup>119</sup>

Añade que para la educación *debemos servirnos de las melodías más éticas dada la influencia y emoción que generan en las pasiones de las personas.*

Aristóteles considera que hay cantos más apropiados para unas personas que para otras:

*De igual modo que sus almas se encuentran desviadas según la naturaleza, también hay desviaciones de las armonías y las canciones, (...) A cada uno le causa placer lo familiar a su natural.*

Después dice:

*(...) en los ritmos y las melodías se dan muy especialmente imitaciones conforme a su propio natural de la ira y de la mansedumbre, y también del valor y la templanza. Así como de sus contrarios y de las demás disposiciones morales.*

Para Aristóteles la naturaleza de los modos es diferente:

**Dorio (o dórico):** Es la más adecuada para la educación por considerarla la armonía más firme y que presenta un carácter más varonil rechazando las armonías lánguidas por considerarlas embriagadoras.

**Frigio:** lo relaciona con la flauta ya que ambos son *orgiásticos y pasionales* ya que expresan el *delirio báquico y la agitación emotiva.*

**Lidio:** Muy adecuada para la edad infantil por su *capacidad de implicar a la vez orden y educación.*

**Mixolidio:** Triste y meditativo.

Aristóteles es mucho menos restrictivo que Platón en el uso de armonías y ritmos. Rechaza la idea pitagórica de la armonía de las esferas en cuanto a que el ser humano no es capaz de percibir el sonido emitido por los astros:

---

<sup>119</sup> ARISTÓTELES: *Política*. Madrid. Alianza Editorial. 2015. Libro octavo. Cap. 5 – 7.

*(...) la afirmación de que se produce una armonía de los (cuerpos) en traslación, al modo como los sonidos forman un acorde, ha sido formulada de forma elegante y llamativa por los que la sostienen, pero no por ello se corresponde con la realidad. (...) Suponiendo esto, así como que, en función de las distancias, las velocidades guardan (entre sí) las proporciones de los acordes musicales, dicen que el sonido de los astros al trasladarse en círculo se hace armónico. Y como parece absurdo que nosotros no oigamos ese sonido, dicen que la causa de ello es que, desde que nacemos, el sonido ya está presente, de modo que no es distinguible por contraste con un silencio opuesto: pues el discernimiento del sonido y el silencio es correlativo; (...) es lógico que no lo oigamos y que los cuerpos no parezcan sufrir ningún efecto violento, ya que no se produce sonido alguno. (...) todas aquellas cosas que se desplazan producen ruido e impacto; (...) algo que se desplaza, (formando un) continuo y sin hacer impacto, es imposible que haga ruido.<sup>120</sup>*

Coincide con los pitagóricos en que el fundamento común entre el universo y la armonía musical es el número, la ley matemática que rige por igual las relaciones que se dan entre los astros y las que se dan entre los intervalos musicales. La relación que se da entre la armonía astral y la música dispone de un valor ideológico para los pitagóricos puesto que no se basa en observaciones empíricas de ningún tipo. Como se vio, el número que define el cosmos es el 10 pero este número no guarda relación con los intervalos de la escala.<sup>121</sup>

#### **3.4.4. Aristóxeno de Tarento (c.354 a.C. – 300 a.C.)<sup>122</sup>**

Discípulo de Aristóteles, es considerado como el más grande teórico de la música griega antigua en siglo IV a.C. Rechaza las proporciones matemáticas de la música como herramienta adecuada para la armonía musical y se opone a la idea de la música como ciencia abstracta dando especial importancia a la percepción auditiva para formación de un juicio musical. Destaca el aspecto subjetivo del placer musical y apoya un nuevo tipo de estudio que tenga en cuenta la reacción psicológica del individuo ya que la enseñanza musical tiene un carácter teórico y práctico. Mantiene que el oído es

<sup>120</sup> ARISTÓTELES: *Acerca del cielo. Meteorológicos*. Madrid. Gredos. 1996. Libro II. Cap.9. p.135.

<sup>121</sup> FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid. Alianza. 2002. pp.53 y 54.

<sup>122</sup> Las fechas sobre el nacimiento y muerte de Aristóxeno de Tarento no son claras.

capaz de emitir un juicio sobre la consonancia o disonancia de los sonidos porque la música sigue unas leyes naturales que hay que descubrir mediante las facultades del buen oído, la memoria y el intelecto.

La atribución de un determinado *ethos* a un modo musical era fruto de una convención histórica, por eso se debe conocer toda la música si se quiere poder juzgar sobre la conveniencia de un aire, un estilo o una forma poética. Es consciente de la corrupción del gusto y ve como única solución la educación del gusto y la sensibilidad auditiva. Plutarco, hablando de Aristóxeno, lo expresa así:

*Todos los modos (...) cuentan con derecho de ciudadanía dentro del mundo de la música siempre que se usen convenientemente, hasta el género enarmónico, «el más bello de los géneros», que no se usaba ya en su tiempo sólo porque la pereza perceptiva que acarrió la corrupción de la música moderna, no permitía ya entonces captar los cuartos de tono.*<sup>123</sup>

Después de la figura de Aristóxeno, se perfilan en el pensamiento musical dos corrientes destacadas: la pitagórico – platónica y la peripatética. No se tendrán grandes aportaciones a la teoría musical hasta el s.I d.C.

### 3.4.5. Plutarco (c.45 – 124 d.C.)<sup>124</sup>

El libro *sobre la música* de Plutarco está considerado como una de las fuentes más ricas para el conocimiento de la música griega aunque, como otras obras similares, se piensa que no es de su autoría sino de su escuela.<sup>125</sup>

Coincide con Platón y Aristóteles en la clasificación de los modos rechazando las nuevas modas de los músicos modernos:

*Los antiguos practicaron la música respetando su dignidad, como en todas sus demás actividades. En lugar de la música primera, viril, inspirada y querida por los dioses, introducen en los teatros una sin nervio y seductora.*<sup>126</sup>

---

<sup>123</sup> FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo xx*. Madrid. Alianza. 2002. p.80.

<sup>124</sup> Las fechas sobre el nacimiento y muerte de Plutarco no son claras.

<sup>125</sup> De hecho, en las publicaciones actuales, no aparece referido como Plutarco sino como Pseudo – Plutarco.

Después añade:

*Los músicos actuales, en cambio, renunciaron completamente al más bello de los géneros, el que precisamente por su nobleza se practicaba especialmente entre los Antiguos (...) Tan perezosos y dados a la facilidad son que piensan que el sostenido enarmónico no presenta un énfasis de sonidos que pueda percibirse, y así lo destierran de sus cantos.*<sup>127</sup>

Elige el modo Dorio porque este produce un efecto de grandeza y dignidad que se ajustaba a los guerreros y los sabios mientras que el Lidio es propio para lamentaciones y el mixolidio produce un efecto patético. Establece una serie de normas para la colocación de los intervalos para hacer las melodías más bellas.

Considera la educación de la música como una pieza clave para la educación del gusto musical:

*(...) si alguien quiere practicar la música bella y de buen gusto, que imite el estilo antiguo, pero también que complemente ese aprendizaje con las otras ciencias, y tome como guía la filosofía, pues ella sola es competente para juzgar lo conveniente para la música y lo que es de utilidad para ella.*<sup>128</sup>

### 3.4.6. Claudio Ptolomeo (100 – 170 d.C.)<sup>129</sup>

Claudio Ptolomeo, en su tratado *Harmonica*,<sup>130</sup> considera que un mismo orden debe regir tanto los fenómenos cosmológicos como los humanos y musicales, que el oído es un buen instrumento para juzgar las consonancias y que no debe existir contradicción entre la razón y el oído. La razón estudia el componente abstracto, las relaciones matemáticas que se establecen entre sonidos de diferente altura. La percepción es el oído musical que distingue las realidades musicales, si los intervalos son consonantes o disonantes y proporciona los datos empíricos. La razón busca qué

---

<sup>126</sup> PLUTARCO: *Obras morales y de costumbres*. Edición de Manuela García Valdés. Madrid. Akal. 1987. p.380. Notas de M. García Valdés.

<sup>127</sup> *Ídem*. p.403. El sostenido enarmónico se refiere a un cuarto de tono.

<sup>128</sup> *Ídem*. p.398.

<sup>129</sup> Las fechas sobre el nacimiento y la muerte de Ptolomeo no son claras y varían, en todas las fuentes consultadas, entre el año 85 y el año 180 d.C.

<sup>130</sup> PTOLOMEO, Claudio: *Armónicas*. Málaga. Miguel Gómez. 1999.



tipo de relaciones matemáticas se adecúan a esos datos empíricos que nos proporciona el oído. Admite que el oído es un buen instrumento para juzgar cosas sencillas pero que en partes más complejas se tiene que apoyar en la razón.

Es el primer teórico que intenta conjugar la razón y la percepción y el primero también en percatarse de la importancia del factor cultural cuando se juzga un sistema musical. Añade el factor estético – cultural al racional y sensorial, fundamental en la valoración de los sistemas armónicos porque es el que tiene en cuenta la utilización real o no de determinado sistema armónico en la práctica musical. Establece que un sistema armónico correcto en cuanto a su construcción matemática y al juicio del oído, pueden resultar extraños (que no desagradables) al oído musical. Son sistemas armónicos válidos (suenan bien) pero, tal vez por no formar parte de la cultura musical de su época, resultan ajenos al oído musical.

Ptolomeo también hace referencia a cómo los sonidos musicales pueden cambiar el estado de ánimo de las personas:

*Cierto que las influencias de la melodía afectan claramente nuestro ánimo, y hay como una cierta semejanza en sus relaciones internas, recibiendo las impresiones del movimiento del acorde con esas afecciones musicales, de modo que a veces incitan a la alegría y regocijo, otras a la conmisericordia y depresión, y otras por lo mismo a la lentitud y el sopor; unas son excitadas y dispersas, otras tienden a la calma y quietud mental, otras a la irritación y a la furia, y otras veces a situaciones diversas, bien por el cambio melódico o por la actividad del alma, influidas por el tipo de relación adecuado.*<sup>131</sup>

Con Ptolomeo se vuelve a la simplicidad antigua, se cultiva el género diatónico con elementos del género cromático y el género enarmónico cae en desuso.

### **3.4.7. Arístides Quintiliano (aprox. s.II d.C.)<sup>132</sup>**

Vivió entre los siglos I y II.<sup>133</sup> Su tratado *Sobre la música* es de los más completos y claros que se han encontrado. Como Platón, da especial importancia a la

---

<sup>131</sup> PTOLOMEO, Claudio: *op. cit.*

<sup>132</sup> Los datos sobre la vida de Arístides Quintiliano en cuestión de fechas son muy escasos. Según Jacques Chailley vivió en el s.III. No se sabe cuándo escribió su tratado.

educación de la música que además de producir un beneficio individual favorece una mejor organización política y, además de producir deleite, es capaz de cambiar el comportamiento de las personas:

*(...) es posible responder a quienes cuestionan que la melodía mueva a todas las personas, que han ignorado, en primer lugar, que este aprendizaje es propio de los niños, a todos los cuales podemos ver dominados de modo natural por tal deleite, y, además que incluso si la melodía no cautiva de inmediato a las personas poco predispuestas para ello por su tipo de vida o por su edad, al cabo de no mucho tiempo también las consigue subyugar.*<sup>134</sup>

#### **3.4.8. Cleónides (aprox. s.II d.C.)<sup>135</sup>**

Fue un seguidor del espíritu científico de la escuela peripatética y, por tanto, de las teorías de Aristóxeno. En su tratado *Introducción a los armónicos* separa de la armonía cualquier implicación de orden metafísico y de orden cosmológico convirtiéndola en una ciencia musical por sí misma.

Cleónides explica las especies de consonancias demostrando que hay tres de la Cuarta, cuatro de la Quinta y siete de la Octava. La Cuarta diatónica podía ascender semitono – tono – tono (si – mi), tono – tono – semitono (do – fa), y tono – semitono – tono (re – sol). A las especies de Octava Cleónides les dio nombres étnicos de dórica, frigia, lidia, mixolidia, etcétera. De esta forma la Octava mixolidia era si – si', la lidia do – do', la frigia mi – mi' hasta la hipodórica que era la – la'. Los nombres dados por Cleónides a las siete especies de octava coinciden con los que Ptolomeo le dio a los *tonoi* que dan pie a su sistema.<sup>136</sup>

---

<sup>133</sup> QUINTILIANO, Arístides: *Sobre la música*. Madrid. Editorial Gredos. 1996.

<sup>134</sup> *Ibíd.* p.117.

<sup>135</sup> No hay apenas información sobre la vida de Cleónides. El diccionario Grove de 1954 y la *Historia de la música Occidental* de Grout/Palisca de 1990 lo sitúan en el s.II. d.C.

<sup>136</sup> GROUT, Donald; PALISCA, Claude V.: *Historia de la música occidental*. 2 Vol. Madrid. Alianza Música. 1990. pp.25 – 27.

### 3.4.9. San Agustín (354 – 430 d.C.)

En su libro *De musica*, concede gran importancia al oído.

*Captamos, en primer lugar el efecto agradable o desagradable de un verso por el oído; a continuación la razón busca el fundamento matemático de esta armonía.*<sup>137</sup>

Para San Agustín, el orden, las proporciones y las relaciones numéricas entre los sonidos hacen de la música una ciencia que consiste en el arte de regular bien los movimientos sonoros cuyo fin es la belleza y el placer estético. *Musica est scientia bene modulandi.*

La llegada del cristianismo supone la separación de la música antigua o música pagana, que era la música que ya existía antes de la llegada del cristianismo, y la música nueva basada en la oración que asimila la tradición pagana grecorromana unida con la tradición hebraica del canto sinagogal. Esta unión generará una serie de problemas y posturas contradictorias entre teóricos y filósofos de la Edad Media que llevarán a considerar la música como un instrumento diabólico o un medio de elevación y salvación espiritual.

---

<sup>137</sup> OTAOLA GONZÁLEZ, Paloma: *El De musica de San Agustín y la tradición pitagórico-platónica*. Valladolid. Estudio Agustiniano. 2005.

### 3.5. ¿Razón o sensación?

En todos los tratados analizados se encuentran características comunes; por un lado, se exponen las reglas del buen hacer en la música, ya sea basadas en la tradición, en antiguos sabios o por “recomendación” de los dioses que concedían a los hombres la sabiduría sobre determinadas materias: melodías, ritmos, instrumentos, etcétera (cuando la separación entre el *mito* y el *logos* no era tan clara todavía). Casi todos añaden después la forma de llevar a cabo la práctica con algún ejemplo. Por otro lado, se critica a los músicos que no trabajan bajo las reglas o que no siguen los patrones habituales para hacer música. Unas veces a modo de curiosidad y otras censurando su actitud.

La música aparece como transformadora del espíritu y del comportamiento humano. Los tratadistas diferencian entre la música que es buena para el alma y genera buenos comportamientos y la música que envilece y lleva al vicio. Todos los tratados tienen un marcado componente mitológico o religioso donde se da una gran importancia a la educación musical por la influencia que la música genera en el ser humano.

Hay dos posiciones claramente encontradas entre los que piensan que la belleza musical sólo está en las proporciones y los que dicen que la música sólo se juzga por la belleza y el placer que genera en las personas que la oyen.

Platón considera que la música nueva representa el vicio e incita al ser humano a la perdición mientras que la música antigua representa la virtud. Pero, en el cristianismo se rechaza la música antigua y se apoya la nueva música por las mismas razones.

La música es arte y ciencia en constante y rápido cambio. Como se ha visto, las innovaciones musicales, con la mezcla de modos y de los diferentes géneros, eran habituales en cualquier época. No se tiene noticia de todos esos cambios, sólo de un grupo de teorías fundamentales en las que coinciden, en mayor o menor medida, los tratadistas y que sirven como base para la elaboración de la teoría musical siguiendo los estándares de la época. Pero hay muchas vertientes e innovaciones en la música práctica que se dieron en diferentes regiones, o por músicos de la misma región, que no siguen normas específicas. Algunas aparecen mencionadas, pero no explicadas, ya que cuando las mencionan es, por lo general, para criticarlas.

Como se vio con la demostración de Arístides Quintiliano, la Octava sólo puede “cerrar” con la suma de un intervalo de Quinta más un intervalo de Cuarta, pero a partir de ahí, la suma de intervalos y de proporciones resulta inexacta dando lugar a toda clase de especulaciones. Las visiones encontradas dan idea de la controversia que llegó a generar este asunto entre los que consideraban que la música era una ciencia basada en las proporciones matemáticas, los que consideraban que era el oído quien decidía independientemente de las proporciones y los que intentaron aunar las dos teorías.

Lo más llamativo es la diferencia de opiniones sobre los mismos temas entre alumnos y maestros, y entre filósofos y tratadistas que estaban dentro de la misma corriente de pensamiento (o eran contemporáneos) y que deberían coincidir en las opiniones. Esto da un tinte de subjetividad a muchas de las teorías que se han visto, incluyendo las que optan por la racionalidad numérica de la música.

La discusión acerca de qué debe regir la música, la razón o el oído se mantendrá todavía hasta el Renacimiento. Desde las teorías de las proporciones de la escuela pitagórica enfrentadas con Aristóxeno de Tarento, hasta el Renacimiento con el distanciamiento que hubo entre Gioseffo Zarlino y su discípulo Vincenzo Galilei, que eliminó toda la forzada naturalidad numérica en la música, separando la música como ciencia y la música como arte, abogando por una apreciación sensorial y no matemática.

Aunque los griegos acabaron considerando la matemática musical de los pitagóricos como algo teórico alejado de la ejecución sonora y como una concepción mística del mundo, lo cierto es que toda la base de la teoría musical de la Edad Media y el Renacimiento se basó en las teorías de la escuela pitagórica.

**Ilust. 9** (p. siguiente): Esquema histórico de Filósofos.

s.VI a.C.	s.V a.C.	s.IV a.C.	s.I d.C.	s.II d.C.	s.IV d.C.	s.V d.C.	Época
Pitágoras	Damón de Atenas	Sócrates					Razón
		Platón					
		Aristóteles	Plutarco			San Agustín	Razón y Sensación
			Aristides Quintiliano				
		Aristóxeno de Tarento			Claudio Ptolomeo	Cleónides	Sensación

### 3.6. Los Tratados a partir de Boecio y la relación con los tratados actuales

La pequeña separación entre la música y la religión (los griegos le atribuían un origen divino) que se produce durante la época romana es importante para el desarrollo de las teorías musicales basadas en las proporciones pitagóricas que se van a dar a partir de Boecio y que llevarán, siglos después, al origen de la polifonía.

El tratado *De institutione musica* de Boecio servirá de puente entre la especulación griega y la Edad Media. Está dedicado a la exposición de las teorías de las proporciones pitagóricas y la división del monocordio siguiendo éstas. Menciona también, en los últimos capítulos, a Ptolomeo y a Aristóxeno, aunque de forma breve. Por eso, para el medievo, la teoría musical de la antigüedad se reducía a Boecio y Pitágoras, de hecho, Boecio se seguirá estudiando en las universidades mucho tiempo después. Además, la afinación pitagórica funcionaba muy bien con la práctica monofónica. Durante la Edad Media, a mediados del siglo IX, los primeros tratados presentan la misma clasificación de consonancias que el *De institutione musica* de Boecio en los que aparecen las consonancias clasificadas en simples y compuestas:

- Simples: *diapasón* (Octava), *diapente* (Quinta) y *diatessaron* (Cuarta)
- Compuestas: *bisdiapason* (doble Octava), *diapasón + diapente* y *diapasón + diatessaron*.

Esta clasificación se encuentra también en el *De harmonica institutione*<sup>138</sup> de Hucbaldo (840 – c.930).<sup>139</sup> En los primeros tratados sobre el *organum*,<sup>140</sup> *Musica Enchiriadis*,<sup>141</sup> *Scholia Enchiriadis*<sup>142</sup> y el *De Organo*, los dos intervalos que forman

---

<sup>138</sup> *De harmonica institutione* En: [[http://www.documentacatholicaomnia.eu/02m/0840-0930,\\_Hucbaldus\\_Sancti\\_Amandi,\\_De\\_Harmonica\\_Institutione,\\_MLT.pdf](http://www.documentacatholicaomnia.eu/02m/0840-0930,_Hucbaldus_Sancti_Amandi,_De_Harmonica_Institutione,_MLT.pdf)], consultado en enero de 2013.

<sup>139</sup> Hucbaldus Sancti Amandi fue un monje, compositor y teórico de música francés del monasterio de Saint – Amand (San Amando), de Tournay. Hucbaldo propuso trazar líneas para aclarar la escritura musical. Aunque fue el monje Guido d’Arezzo quien realizó la implementación definitiva de las líneas horizontales que fijaron las alturas del sonido.

<sup>140</sup> El *organum paralelo* era una forma de doblar con otra voz el canto llano. Normalmente la *vox organalis* se situaba de la *vox principalis* a distancia de una Octava, Quinta o Cuarta, únicos intervalos que se consideraban consonantes en el siglo XI.

<sup>141</sup> *Musica Enchiriadis* es un tratado musical anónimo del siglo IX, en el que se fijan de manera seria, por vez primera, las leyes de la incipiente polifonía, especialmente en lo que concierne a la música sacra. En un primer momento fue atribuido a Hucbaldo.

*symphonia*<sup>143</sup> son el *diapente* y el *diatessaron*. Para todos ellos la consonancia se produce cuando dos sonidos distintos, al producirse simultáneamente, crean un resultado final dulce. Esta situación se mantendrá hasta finales del siglo XII.

En el siglo XIII aparece una variación de la clasificación de las consonancias. Las consonancias perfectas son el unísono y la Octava. La Quinta y la Cuarta son consideradas consonancias intermedias puesto que no tienen el grado de perfección del unísono y la Octava. Las Terceras y la Sexta mayor son admitidas como consonancias imperfectas, aunque la Tercera mayor y la Tercera menor ya habían comenzado a ser reconocidas por los teóricos como consonancias durante el siglo XII. Aunque el sistema pitagórico consideraba las Terceras y Sextas como intervalos de proporciones irregulares, la práctica musical del momento las utilizaba como consonantes.

Sin embargo, el tratado *Ars cantus Mensurabilis*<sup>144</sup> (c. 1260) de Franco de Colonia (c. 1215 – c. 1270)<sup>145</sup> clasifica los intervalos de la siguiente forma:

- Consonancias perfectas: Cuando se juntan dos notas de tal manera que no se aprecian como diferentes. Son el unísono y la Octava.
- Consonancias imperfectas: Cuando son percibidas por el oyente como muy diferentes: Tercera mayor y Tercera menor.
- Consonancias intermedias: Cuando se unen dos notas que suenan mejor que las consonancias imperfectas, pero no son tan buenas como las consonancias perfectas. Son las Cuartas y las Quintas.
- Disonancias perfectas: Cuando se unen dos notas que el oyente las percibe como incompatibles. Son el Semitono, Tritono, Séptima mayor y Sexta menor.
- Disonancias imperfectas: Cuando se unen dos notas que el oyente las percibe como compatibles pero discordantes. Son el Tono, Sexta mayor y Séptima menor.

---

<sup>142</sup> *Scholia Enchiriadis* es una obra anónima de teoría de la música del siglo IX. Esta obra está íntimamente relacionada con otro tratado titulado *Musica Enchiriadis*.

<sup>143</sup> Se denomina *Symphonia* al valor consonante de dos sonidos que suenan simultáneamente en oposición al término *Diaphonia*. Es consonancia en griego.

<sup>144</sup> Traducido al inglés del original en latín, *Ars cantus mensurabilis*, por Ed. G. Reaney and A. Gilles, *Corpus scriptorum de musica*, Vol.18, (1974).

<sup>145</sup> Las fechas que rodean a Franco de Colonia son muy poco precisas llegando a variar en más de 20 años.



En el tratado de Helmholtz cita la clasificación de las consonancias y disonancias de Franco de Colonia con pequeñas diferencias:<sup>146</sup>

- Consonancias perfectas: Unísono y Octava.
- Consonancias Medias: Quinta y Cuarta.
- Consonancias imperfectas: Tercera mayor y Tercera menor.
- Disonancias imperfectas: Sexta mayor y Sexta menor.
- Disonancias perfectas: Segunda menor, Cuarta aumentada, Séptima mayor y Séptima menor.

No aparece por ningún lado la Segunda mayor.

Johannes de Garlandia en su *De música mensurabili positio* (1250),<sup>147</sup> coincide con Franco de Colonia con las siguientes diferencias:

- Disonancias imperfectas: Sexta mayor (tono + Quinta) y Séptima menor (Tercera menor + Quinta). Se dice que las disonancias son imperfectas, cuando dos voces se unen para que al oído puedan en cierta medida coincidir, y sin embargo no coinciden.
- Disonancias medias: Tono y Sexta menor (Semitono + Quinta). Se dice que las disonancias son medias cuando dos voces se unen para coincidiendo parcialmente con lo perfecto y con lo imperfecto.
- Disonancias perfectas: Semitono, Tritono y Séptima mayor (Tercera mayor + Quinta).

A partir de Philippe de Vitry (1291 – 1361), con el Ars Nova y la extensión de las reglas del contrapunto, la Cuarta es relegada a las disonancias aunque no hay unanimidad entre los teóricos respecto a este intervalo. El resto de intervalos quedan de la siguiente manera: Consonancias perfectas: Unísono, Octava y Quinta; Consonancias imperfectas: Terceras y Sextas, siendo las mayores más perfectas que las menores. Esta misma clasificación se encuentra en el *Dodecachordon* (1547) de Henricus Glareanus (1488 – 1563).

---

<sup>146</sup> HELMHOLTZ, Hermann von: *On the sensations of tone*. New York. Dover. 1954. p.196.

<sup>147</sup> En: [<http://www.chmtl.indiana.edu/notice.shtml>]. Consultado en agosto de 2016.

Habrá que esperar al siglo XVI a Gioseffo Zarlino y Francisco Salinas, instrumentistas y conocedores de los clásicos, que pudieron unificar teoría y práctica y resolvieron el problema aplicando razones superparticulares 5/4 y 6/5 a las Terceras. La perfección de una consonancia viene determinada por su cualidad al ser percibida por el oído, por eso sólo el unísono y la Octava pueden ser consideradas consonancias perfectas.

La discrepancia entre teoría y práctica se debe al nacimiento de la polifonía que exigía la aceptación como consonancias de las Terceras y Sextas, especialmente para el *fabord n*,<sup>148</sup> utilizado a finales de la Edad Media, mientras la *música ficta*<sup>149</sup> y la *semiton a subintelecta*<sup>150</sup> fueron disolviendo la modalidad basada en la escala diatónica en favor de lo que después sería la tonalidad.

Los teóricos consideraban consonancia perfecta a los intervalos aptos para comenzar o acabar un canto. Imperfecto era el intervalo que aún sonando agradable al oído no era apto para comenzar o terminar un canto. A partir del siglo XIV la división se establece de la siguiente manera: La Octava y la Quinta son consonancias perfectas. Las Terceras son consideradas como consonancias imperfectas y en algunos casos también la Sexta mayor mientras que la Sexta menor se considera todavía como disonancia. La Segunda, la Cuarta y la Séptima son consideradas disonancias.

En este periodo hay variedad de opiniones y es donde se hace más patente la división entre los músicos teóricos y los músicos prácticos. Los primeros recogen la serie tradicional de consonancias: diapason, diapente y diatessaron, mientras que los segundos incluyen ya la Cuarta entre las disonancias.

Se verá más adelante que la controversia con el intervalo de Cuarta durará todavía hasta el siglo XVI y que será resuelta, en parte, por Gioseffo Zarlino y Francisco Salinas que clasifican el intervalo de Cuarta entre las consonancias aunque los músicos

---

<sup>148</sup> Fabord n o *Fauxbordon*, consiste en un *cantus firmus* y otras dos partes construidas una Sexta y una Cuarta por debajo (como si fueran acordes en primera inversión). Sólo se utilizaba en una pequeña parte de la obra. Guillaume Dufay es el principal exponente en este tipo de escritura.

<sup>149</sup> La *música ficta* (ficticia o falsa) era un término usado a partir de finales del siglo XII hasta el siglo XVI para describir todas aquellas notas que quedan situadas fuera del sistema de *música recta* según lo establecido en el sistema hexacordal de Guido d'Arezzo. Normalmente se utilizaba para evitar los intervalos melódicos o armónicos duros tales como el tritono y prevenir ciertas disonancias.

<sup>150</sup> La *semiton a subintelecta* se utilizaba en cadencias importantes acercando el séptimo grado de la escala a distancia de semitono. Igual que en la *música ficta*, eran alteraciones que los compositores no acostumbraban a escribir en el pentagrama pero que los cantores interpretaban con absoluta normalidad, ya que su uso estaba regulado por la costumbre o la tradición.

prácticos la utilizarán con cierto recelo hasta el final del Clasicismo. La clasificación del resto de intervalos permanecerá invariable hasta nuestros días.

Como se vio, aunque los valores de consonancia y disonancia en el sistema pitagórico tienen sentido en un contexto melódico, los teóricos medievales los aplicaron también a la producción simultánea de sonidos con el nacimiento de la polifonía. Actualmente la definición de consonancia y disonancia se aplica por lo general a la sensación auditiva que producen los intervalos armónicos.

Es importante ver, entonces, la evolución del concepto de disonancia en los tratados que sirvieron como referencia a los músicos, hasta la completa configuración del sistema musical que hoy conocemos, mediante una selección para hacer un pequeño análisis sobre la clasificación de los intervalos consonantes y disonantes y su uso en la Historia de la música:<sup>151</sup>

- Ancius Manlius Severinus Boecio (480 – 525): *De institutione musica*, del año 506 extraído de dos fuentes, el libro de Amaya Sara García Pérez: *El concepto de Consonancia en la teoría musical* y de un facsímil de la edición original.<sup>152</sup>
- Bartolomé Ramos de Pareja (1440 – 1522): *Música práctica*, publicada en Bolonia en el año 1482.
- Juan Bermudo (1510 – 1565): *Declaración de instrumentos musicales*, de 1555 de dos fuentes, un facsímil del original y el libro de Paloma Otaola González, *Tradición y modernidad en los escritos de Juan Bermudo*.
- Gioseffo Zarlino (1517 – 1590): *Las instituciones armónicas*, facsímil de 1558.<sup>153</sup>
- Francisco Salinas (1513 – 1590): *Siete libros sobre música*, de 1577.
- René Descartes (1596 – 1650): *Compendio de música*, de 1618.
- Johannes Kepler (1571 – 1630): *Mysterium Cosmographicum*, de 1621 y *Harmonices Mundi Libri V* de 1619. Extraído del libro de Stephen Hawking. *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*.

---

<sup>151</sup> Algunas fuentes son primarias como son los facsímiles, otras secundarias como son las traducciones y los trabajos que ya se han hecho sobre los tratados.

<sup>152</sup> Extraído de [<http://imslp.org/>], consultado en enero de 2012.

<sup>153</sup> Extraído de [<http://imslp.org/>], consultado en febrero de 2012.

- Galileo Galilei (1564 – 1642): *Discursos y demostraciones matemáticas*, de 1638. Extraído del libro de J. Javier Goldáraz Gaínza, *Afinación y temperamentos históricos*.
- Pablo Nassarre (1650 – 1730): *Fragmentos Musicos*, de 1700.
- Jean Philippe Rameau (1683 – 1764): *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels*, de 1722.
- Johann Joseph Fux (1660 – 1741): *Gradus ad Parnassum*, de 1725.
- Antonio Soler Ramos (1729 – 1783): *Llave de la modulación y antigüedades de la música*, de 1762 en edición facsímil.

El hecho de seleccionar estos tratados y trabajos responde a que estos tratados han servido como base para tratados posteriores y muchas de sus teorías siguen hoy vigentes en el estudio de la armonía, contrapunto, composición y análisis, base de la música occidental hasta finales del siglo XIX. Entre el Renacimiento y principios del Barroco se produce una de las evoluciones más importantes de la música que fue el tránsito de la modalidad a la tonalidad con el desarrollo armónico y la aceptación de los *buenos temperamentos* que desembocarían en el temperamento igual. Además, estos tratados ofrecen una visión muy amplia de la evolución de las teorías hasta nuestros días.<sup>154</sup>

Como contraposición a los anteriores tratados, he seleccionado algunos tratados que se utilizan actualmente, todos ellos escritos a lo largo del siglo XX.<sup>155</sup>

- André Gedalge (1856 – 1926): *Tratado de Contrapunto* de 1904.
- Arnold Schoenberg (1874 – 1951): *Tratado de Armonía* de 1911 – 21.
- José Forns y Quadras (1898 – 1952): *Estética aplicada a la música* en dos volúmenes de 1929.
- Ernst Krenek (1900 – 1991): *Autobiografía y estudios* de 1940.
- Walter Piston (1894 – 1976): *Tratado de Armonía* de 1941.

---

<sup>154</sup> Dado que, como se ha dicho anteriormente, se entiende que la disonancia se produce entre dos o más sonidos simultáneos, independientemente del timbre y del temperamento, se ha intentado establecer una breve línea en el tiempo desde las primeras teorías de Pitágoras hasta Boecio, una segunda línea de Boecio al Barroco y, a partir de ahí, establecer una tercera línea evolutiva que llegará hasta los tratados de nuestros días. El hecho de incluir un escrito de un filósofo y matemático como René Descartes responde, básicamente, a que sus aportaciones son muy interesantes desde el punto de vista histórico y estético.

<sup>155</sup> Sólo se cita aquí los tratados de armonía para ver la evolución en el siglo XX según las fechas.

- Athos Palma (1891 – 1951): *Tratado de Armonía* en tres volúmenes de 1944 – 1945.
- José Torre Bertucci (1888 – 1970): *Tratado de Contrapunto* de 1947.
- Joaquín Zamacois Soler (1894 – 1976): *Tratado de armonía* en tres volúmenes de 1945 – 1948.
- Joaquín Zamacois Soler: *Teoría de la música* en dos volúmenes de 1949.
- Sociedad Didáctico – Musical: *Tratado de armonía* en dos volúmenes de 1959.
- Rudolph Reti (1885 – 1957): *Tonalidad, atonalidad y pantonalidad* de 1960.
- Vincent Persichetti (1915 – 1987): *Armonía del Siglo xx* de 1961.
- Diether de la Motte (1928 – 2010): *Armonía* de 1975 y *Contrapunto* de 1979.
- Sociedad Didáctico – Musical: *Teoría de la música* en cuatro volúmenes de 1979.
- Enric Herrera: *Teoría de la música y Armonía* de 1984.
- Enric Herrera: *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna* de 1987.
- Barrie Nettles: *Harmony* en cuatro volúmenes de 1987.

Todos estos tratados modernos han sido seleccionados por su importancia en la educación musical actual y porque aparecen en la bibliografía de los actuales planes de estudios de las asignaturas de Armonía y melodía acompañada, Contrapunto y fuga y Composición e instrumentación del recientemente extinto Plan de 1966 del Real Conservatorio Superior de Música de Madrid.<sup>156</sup> Todos ellos siguen vigentes en los planes de estudios de la L.O.G.S.E.<sup>157</sup> Otra de las razones para seleccionar estos tratados es que los autores fueron testigos directos de todos los acontecimientos y todo el proceso que estudia este trabajo.

No es intención de este trabajo analizar a fondo los tratados que se van a estudiar a continuación sino, simplemente, contrastar las coincidencias y diferencias de opinión de los autores de algunos de los tratados más importantes de la historia de la música para poder elaborar una serie de conclusiones que permitan establecer una conexión directa entre la percepción de la disonancia y lo que se considera ruido.

---

<sup>156</sup> También he consultado, aunque es del siglo XIX, el Tratado de Armonía de Nikolái Rimsky Korsakov pero no he encontrado nada relevante en él sobre el tema de estudio.

<sup>157</sup> Ley Orgánica General del Sistema Educativo. Ley Orgánica 1/1990 de 3 de octubre de 1990 (publicada en el BOE de 4 de octubre) fue una ley educativa española que sustituyó a la Ley General de Educación de 1970. Ha sido derogada por la Ley Orgánica de Educación (L.O.E.), en el año 2006.

### 3.6.1. *De institutione musica* de A. M. Severinus Boecio

Forma parte de una serie de tratados que Boecio escribió entre el año 500 y el 506 dedicados al *Quadrivium*.<sup>158</sup> Es uno de los tratados más importantes que se han escrito y de mayor influencia en el pensamiento occidental hasta el Renacimiento puesto que muchos de los tratados posteriores se basarán en sus teorías y lo citarán como de referencia.

La definición de consonancia para Boecio se basa en la cualidad sonora de los intervalos. Los sonidos consonantes se funden en uno solo, produciendo un resultado único, agradable y suave al oído. La consonancia gobierna toda la organización musical. Los disonantes se escuchan como dos sonidos independientes y no agradables.

Los intervalos musicales a cuyas proporciones se refiere Boecio son los intervalos primeros: la Octava (2/1), la Quinta (3/2), la Cuarta (4/3), la Octava más la Quinta (3/1) y la doble octava (4/1). De la idea que relaciona las proporciones de los intervalos musicales con el orden tanto del cosmos como de nosotros mismos surge la famosa triple división que hace Boecio de la música.

- *Música mundana* (lo que Pitágoras llamaba *música de las esferas*): Es la música que no se puede percibir porque somos seres imperfectos. Hace alusión al orden matemático que rige el universo y en especial los cuerpos celestes.
- *Música humana*: Es la unión armoniosa del alma con el cuerpo, es un orden interno que rige nuestro cuerpo y nuestra alma.
- *Música instrumental*: Las propiedades físicas de los cuerpos sonoros que producen los intervalos musicales correctamente afinados y que se pueden cuantificar dando lugar a las proporciones musicales.

---

<sup>158</sup> *Quadrivium* significa en latín "cuatro caminos"; agrupaba las disciplinas relacionadas con las matemáticas en la Edad media. Se estudiaba así la aritmética (numerus), geometría (angulus), astronomía (astra) y música (tonus).

### 3.6.2. *Música práctica de Bartolomé Ramos de Pareja*

Bartolomé Ramos de Pareja fue uno de los principales teóricos musicales de la segunda mitad del siglo XV en Europa. Basado en las teorías de Boecio y rechazando las de Guido d'Arezzo (c. 991 – 1050), el tratado de Música práctica está dedicado a los músicos prácticos para ofrecerles bases teóricas asentando la moderna práctica musical. Explica el origen de los modos en las especies del diapasón extraídas de las teorías de Boecio y dependiendo de dónde se encuentre el semitono de cada tetracordo en cada modo:

*Son, pues, los tropos constituciones en todos los órdenes de voces, diferentes en gravedad o agudeza. Constitución es como cuerpo de modulación, constituido por la conjunción de consonancias.*<sup>159</sup>

Estas teorías establecen la formación y el nombre de cada modo que hoy en día se conocen como Modos Eclesiásticos en la teoría musical y cómo se derivan de la teoría de los cuatro modos griegos extraídos de las especies del diapente.

Ramos de Pareja habla de la sensación o el sentimiento que producen los modos basados en las teorías de Boecio:

*(...) aquellos cuatro modos mueven las cuatro complexiones del hombre. Así el protos domina la flema, el deúteros la cólera, el tritos la sangre, el tetrardus, más lento y tranquilo, la melancolía. (...) Y los pitagóricos tenían por costumbre usar del hipodorio, para que les viniera un sueño suave y tranquilo. Una vez despiertos, en cambio, se purificaban con el dorio del estupor y confusión del sueño.*<sup>160</sup>

Se extiende mucho más hablando de los modos, tanto auténticos como plagales, y su relación con la disposición de los planetas y astros celestes.

En cuanto al concepto de consonancia y disonancia, comienza estableciendo la subjetividad del término:

---

<sup>159</sup> RAMOS DE PAREJA, Bartolomé: *Música práctica*. Madrid. Alpuerto. 1990.

<sup>160</sup> Ramos de Pareja denomina los modos indistintamente con el nombre griego: protos, deuterios, tritos y tetrardus (primero, segundo, tercer y cuarto), o con la denominación de Boecio: Dorio, frigio, lidio y mixolidio, con sus correspondientes modos plagales que se forman bajando una octava el tetracordo superior: hipodorio, hipofrigio, hipolidio e hipomixolidio.

*El modo en que la consonancia o disonancia penetran en el oído, y si es verdadera la opinión de Platón o la de Nicómaco, puesto que se trata de una cuestión especulativa.*<sup>161</sup>

Divide el diapasón en 8 notas por lo que será suficiente ver la relación consonante o disonante entre estas 8 notas quedando dispuesta de la siguiente forma:

- Disonancias: la Segunda mayor o menor, la Cuarta, diatessaron o tritono y la Séptima mayor o menor.
- Consonancias: Unísono, Tercera, Quinta, Sexta y Octava.

En cuanto a la definición entre consonancia y disonancia, Ramos de Pareja toma las definiciones de Boecio al pie de la letra.

Sobre la Tercera y la Sexta considera que son consonancias imperfectas ya que teniendo un semitono más o uno menos siguen manteniendo su carácter consonante, o sea “*suenan bien*”, mientras que la Quinta o la Octava, sólo pueden tener una medida justa, ya que si se aumentan o disminuyen en un semitono perderían esa estabilidad consonante transformándose en intervalos disonantes.<sup>162</sup> Lo mismo es aplicable a las Segundas y Séptimas, que no pierden el carácter disonante aunque se aumente o disminuya en un semitono.

Establece que los intervalos no pierden su condición al sumar a la nota más alta una octava o restársela invirtiendo el intervalo, puesto que una consonancia imperfecta se invierte en otra consonancia imperfecta. Sólo discrepa de la Quinta y la Cuarta de la que dice “*baste con saber que cuanto tiene la quinta de perfección, tanto se acerca la cuarta a la disonancia y se aparta de las consonancias.*”<sup>163</sup>

Ramos de Pareja establece una serie de reglas para escribir música:<sup>164</sup>

---

<sup>161</sup> *Op. cit.*

<sup>162</sup> De los tratados consultados, sólo Ramos Pareja hace esta aclaración de la consideración de intervalos imperfectos.

<sup>163</sup> *Op. cit.*

<sup>164</sup> Es sorprendente la similitud no casual de estas teorías con las actuales que se imparten hoy en día en los conservatorios españoles por la poca variación que han experimentado desde entonces. Reglas muy similares se pueden encontrar en el *Liber de arte contrapuncti* de 1477 de Johannes Tinctoris.



1.- Se ha de empezar y terminar en especie perfecta o en unísono: Esto quiere decir terminar (y empezar) en unísono, Octava o Quinta que son las consonancias más perfectas.

2.- No se pueden hacer dos seguidas o iguales: No se pueden hacer dos consonancias perfectas (especie perfecta) seguidas. La razón que da es que “*parecería idéntico proceso*” Sólo se permite si una de las Quintas es semidiapente y la otra, diapente.

3.- Pueden darse dos o más imperfectas una tras otra: Terceras y Sextas

4.- Si el canto se continúa en el mismo sonido por dos o más voces, el órgano no debe pararse en ese sonido, sino cambiar a lugares diversos.

5.- La Sexta mayor conjunta con la Octava, la menor disjunta con la Quinta. Así también la Tercera mayor separa a la Quinta, y la menor lleva al unísono: Conducción de las voces dependiendo de la tendencia melódica de los intervalos. El contrapunto debe pasar a la especie más cercana, como de Sexta a Octava o Quinta, de Tercera al unísono o a la Quinta; y así también de las especies compuestas y descompuestas (sic.).

6.- Si el tenor sube, el contrapunto procure bajar.

Ramos de Pareja termina finalmente con la vieja teoría del hexacordo creada por Guido d’Arezzo (al que critica duramente) y ofrece un nuevo sistema de *solmisación*<sup>165</sup> basado en el octocordo:

*(...) todas las diferencias de la música se contienen en un solo diapasón (...) solamente siete, tras las cuales no hay otras, sino que es como si renacieran las mismas.*

O sea, ocho *voces* con siete intervalos, cinco tonos y dos semitonos. Y añade después:

---

<sup>165</sup> La palabra solmisación se deriva del latín medieval solmisatiō. Es la designación de las notas de las escalas musicales por medio de sílabas. Los tetracordios griegos ya habían sido designados con letras, pero fue Guido d’Arezzo quien, en el siglo XI, los reemplazó por los hexacordos y usó las sílabas latinas ut, re, mi, fa, sol, la, para sus seis notas. Las sílabas fueron tomadas del himno Ut queant laxis de Juan el Diácono del año 770 para la fiesta de san Juan Bautista; las líneas de su canto llano comenzaban sobre las notas sucesivas del hexacordo.

*Concluimos, pues, nosotros que quien quita o mengua las ocho notas de nuestra música, la priva de su perfección y plenitud. Por tanto, el número ocho no es imperfecto, sino pleno y perfecto en música, porque contiene todo, y todo el canto, como hemos dicho repetidamente, se incluye en las ocho notas.*

Además, plantea una teoría del cromatismo con reglas para su empleo basándose en la explicación de la música ficta.

Es el primer teórico consultado que explica la división teórica del diapasón en 12 partes iguales<sup>166</sup> para los músicos prácticos poco instruidos y por la practicidad del sistema:

*(...) hemos dividido el nuestro [monocordio], en consideración a los músicos principiantes, según cantidad continua con fracciones vulgares, para que no se hiciera necesario al principiante conocer previamente la aritmética y la geometría.*<sup>167</sup>

### **3.6.3. Declaración de instrumentos musicales de Juan Bermudo<sup>168</sup>**

Bermudo utiliza el término consonancia en el sentido amplio de intervalo melódico<sup>169</sup> y como sinónimo de este. Esta forma de consonancia como intervalo melódico pertenece a los tratados de música medievales y se refiere a todos los intervalos posibles dentro de una octava.

En cuanto a la definición de consonancia y disonancia, Bermudo se basa en las definiciones de Boecio:

- Disonancia: *“es el golpe áspero y desabrido de dos sonidos o voces no mezcladas que vienen hasta el oído.”*<sup>170</sup> Lo define como la resistencia de dos voces a mezclarse

---

<sup>166</sup> Mejor dicho, el bisdiapasón (doble octava) en 24 partes iguales guardando siempre una proporción entre las partes.

<sup>167</sup> *Op. cit.*

<sup>168</sup> OTAOLA GONZÁLEZ, Paloma: *Tradición y modernidad en los escritos musicales de Juan Bermudo*. Zaragoza. Reichenberger. 2000.

<sup>169</sup> Como distancia entre un sonido grave y otro agudo, según la definición de Boecio. Zarlino también lo definirá de esta forma.

<sup>170</sup> BERMUDO, Juan: *Declaración de instrumentos musicales*. Valladolid. Maxtor. 2009. III, xxv, fol. XLVV.

y añade que el oído que se coloca entre dos sonidos que no se pueden unir resulta ofendido.

- Consonancia: *“Es mezcla de sonido grave y agudo la cual hiere igual y suavemente los oídos.”*<sup>171</sup> Hay tres condiciones para que un intervalo sea aceptado como consonancia perfecta:

1. Que haya relación de dos sonidos, grave y agudo.
2. Que suenen agradablemente: Explica Bermudo que hay oídos que admiten disonancias por consonancias y sufren golpes que no son proporciones musicales y considera que sólo los oídos educados y ejercitados en mucha y buena música son los que pueden juzgar las consonancias.
3. *“... el uso del oído es gran parte para hacer una consonancia y por esto según la variedad de los tiempos se han mudado las consonancias. La que en un tiempo aceptan y reciben por consonancia, en otro la reprueban; y la que en un tiempo reprueban en otro la reciben”*<sup>172</sup>
4. Para Bermudo cuando una consonancia se admite en contra de las reglas del arte, será consonancia sólo para el que esté habituado a ella. Cuando los músicos experimentados la aceptan se puede establecer definitivamente como consonancia. Llama la atención sobre el monocordio común, que tiene muchas distancias que no son proporciones justas, pero al estar el oído acostumbrado a oírlas, las acepta como buenas.
5. Que corresponda a una proporción del género múltiple o superparticular. Esta última condición es herencia del pensamiento pitagórico, transmitido por Boecio. Los pitagóricos formularon matemáticamente las distancias entre un sonido y otro, expresándolas en forma de proporción numérica y dando un fundamento matemático a la armonía musical. La concepción matemática de la música y de los intervalos que componen la ciencia armónica se transmitió a través de Boecio al pensamiento musical medieval y renacentista.

Para Bermudo las disonancias son permitidas con la debida preparación, esto es, todo el conjunto armónico dentro del contrapunto de voces en el que se produce la disonancia.

---

<sup>171</sup> BERMUDO, Juan: *Declaración de instrumentos musicales*. Valladolid. Maxtor. 2009. III, xxv, fol. XLVV.

<sup>172</sup> *Ibíd.*

Hay dos contextos armónicos que permiten cualquier tipo de disonancia:

- El movimiento cadencial: La cadencia final encierra un sentido de reposo que se ve reforzado por la presencia de una disonancia como es el retardo. Según Bermudo la mayor parte de las disonancias se producen en las cláusulas incluso permitiendo que se produzcan varias en el mismo compás.
- La consonancia de Octava: El efecto consonante de la Octava es tal que permite disonancias arriesgadas.

La función de la disonancia no se limita únicamente a facilitar el paso de una consonancia a otra, sino que tiene también una finalidad estética y expresiva. Añade que la belleza de las consonancias se acentúa por el contraste con las disonancias y que, por otro lado, la dureza de éstas queda suavizada cuando van enlazadas con consonancias.<sup>173</sup>

En cuanto a los intervalos, Bermudo establece una jerarquía de las consonancias, de mayor a menor perfección:

- *Diapasón* (Octava): Es la consonancia más perfecta que se expresa por la proporción 2/1. Para Bermudo es la consonancia más fácil de juzgar de todas las otras consonancias.
- *Diapente* (Quinta): Es la segunda consonancia simple y perfecta que le corresponde la proporción 3/2.
- Sobre las Terceras y Sextas, Bermudo expone que por ser proporciones superparcientes<sup>174</sup> los antiguos no las consideran consonancias, pero que por su efecto agradable al oído son aceptadas como consonancias imperfectas.
- El resto de intervalos que se encuentran dentro de la octava, esto es, Semitono, Tono, Cuarta y Séptimas, son considerados disonantes.

No obstante Bermudo añade una lista de disonancias que han de evitarse en música y que no se debe confundir con las antes expuestas que son aptas para la música y con la debida preparación no causan desabrimiento al oído.

---

<sup>173</sup> En oposición a la opinión de Johannes Tinctoris en su *Liber de arte contrapuncti* (1477): sobre los intervalos, consonancia y disonancia, y su uso. Tinctoris ideó unas reglas estrictas para introducir disonancias, limitándolas a las partes no acentuadas y sínkopas (suspensiones) y a las cadencias.

<sup>174</sup> Proporción superparciente es aquella en la que el número mayor contiene al menor una sola vez y varias partes alíquotas del menor que no pueden constituir una parte alícuota.

Éstas son: el Semitono mayor o *apótome*,<sup>175</sup> la Cuarta disminuída (un tono y dos semitonos); la Cuarta aumentada (tritono); la Quinta imperfecta o *semidiapente* de tres tonos y un semitono; el *semidiapason* u Octava imperfecta de cuatro tonos y tres semitonos; la Tercera de dos semitonos menores.

Obsérvese que algunos de estos intervalos no coinciden con nuestro sistema de afinación actual. Para Bermudo el temperamento no es un nuevo modo de afinación, según el cual se proponen otras proporciones a los intervalos, sino un modo de modificarlos para hacerlos aptos a los instrumentos sin que disuenen entre sí.

#### 3.6.4. *Le Institutioni Harmoniche* de Gioseffo Zarlino da Chioggia

Zarlino define la consonancia como la “*mezcla de sonidos agudos y graves que llegan hasta nuestros oídos suave y uniformemente, y que pueden cambiar los sentidos*”,<sup>176</sup> o sea que son (según la definición de Aristóteles) razón numérica en el agudo y en el grave. La consonancia nace cuando dos sonidos que son diferentes entre sí, se unen concordantemente en un solo cuerpo y son contenidos por una sola proporción.

En el caso de la disonancia explica que, siendo ésta contraria a la consonancia:

*(...) es mezcla de un sonido grave y agudo que ásperamente llega a nuestros oídos. Y nace de tal forma que tales sonidos no se quieren unir el uno con el otro por la desproporción que se encuentra entre ellos, esforzándose por mantener su integridad e, hiriéndose uno y otro, traen un amargo sonido al oído.*<sup>177</sup>

Zarlino llama armonía (Harmonia) a los sonidos entre los cuales hay una proporción y toma como referencia las teorías sobre música de Ptolomeo y de Boecio, a los que cita con frecuencia y, siguiendo las teorías de éstos, establece la división de los intervalos en consonantes y disonantes simplificando la división por especies que hace Ptolomeo y Boecio, para el uso común y para reducir la dificultad:

---

<sup>175</sup> *Apótome, Apotome o Apotomé*: Semitono mayor cromático en la afinación pitagórica. Es la diferencia entre el tono (9/8) y el limma (256/243) y su razón es 2.187/2.048 (114 cents.)

<sup>176</sup> ZARLINO, Gioseffo: *Le Institutioni Harmoniche*. Venecia. Francesco dei Franceschi Senese. 1558. *Quel che sia Consonanza, Dissonanza, Harmonia, & Melodia. Cap.12, Parte Seconda.*

<sup>177</sup> *Ibíd.*

- Las consonancias serán la Tercera, la Cuarta, la Quinta, la Sexta y la Octava.
- Las disonancias serán la Segunda, la Séptima y todas aquellas que se compongan de una de éstas y de la Octava.

Después, expone los siguientes cuadros en su Tercera Parte de las Instituciones Armónicas:<sup>178</sup>

Consonancias					
1	3	4	5	6	8
	10	11	12	13	15
	17	18	19	20	22

Disonancias	
2	7
9	14
16	21

**Tab. 3:** Consonancias y disonancias de G. Zarlino.

---

<sup>178</sup> Los números de los cuadros indican cada uno de los intervalos. El número 1 corresponde al unísono que algunos tratadistas consideran intervalo. En los tratados actuales no se hace referencia al unísono como intervalo.

Perfectas				Imperfectas	
1	4	5	8	3	6
	11	12	15	10	13
	18	19	22	17	20

**Tab. 4:** División entre las consonancias perfectas e imperfectas de G. Zarlino.

Según Zarlino, para Aristóteles sólo la Octava era perfecta con lo que la Cuarta y la Quinta se encuentran en medio, entre los intervalos consonantes perfectos e imperfectos. De hecho, aunque la Octava, la Quinta y la Cuarta son las consonancias perfectas, Zarlino diferencia que la Octava es la más perfecta, seguida de la Quinta que es menos perfecta que la Octava, seguida de la Cuarta que es menos perfecta que la Quinta.

Dentro de las consonancias, diferencia entre las que son consonancias plenas y las que son consonancias vagas.<sup>179</sup> Las consonancias más plenas son aquellas que se asientan mejor en el oído con sonidos diversos por lo que se puede decir que la Quinta será más plena que la Octava porque sus extremos ocupan el oído con más deleite con diversos sonidos que no hacen los extremos de la Octava que son equisonantes. De tal modo que, dejando a un lado la Octava, todos los intervalos son más plenos unos que otros dependiendo de la mayor fuerza con la que contentan el oído. Todas aquellas que tienen mayor proporción son más plenas que las que tienen menos.

Considera necesario que los músicos conozcan y utilicen los intervalos disonantes de los que dice que “*generan un sonido ingrato al oído y hacen la cantinela*

<sup>179</sup> ZARLINO, Gioseffo: *op. cit. Quali consonanze siano più piene, & quali più vaghe. Cap.8.*

*áspera y sin ninguna suavidad*”,<sup>180</sup> porque no se puede ir constantemente de una consonancia a otra, sino que es conveniente mezclar. Es necesario conocer su razón y su utilidad dentro del discurso musical.

#### **3.6.4.1. El número *senario* de Zarlino**

Al incluir las Terceras como consonancias obliga a buscar un nuevo marco metafísico de explicación de la consonancia. El número *senario* hace referencia a los seis primeros números enteros: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Para Zarlino la naturaleza se organiza en torno a estos seis números que también rigen las cuestiones musicales. Al incluir el número 5 y 6 Zarlino puede justificar la consonancia de las Terceras que habían alcanzado mucha importancia en el sistema armónico de su época.

El concepto de número *senario* sólo es una ampliación de la *tetraktys* griega de los pitagóricos que lleva a Zarlino a explorar el mismo problema: por qué las razones de las consonancias se encuentran dentro de unos pocos números y más allá comienza el reino de la disonancia.

Como se ha visto, la Sexta mayor (5/3) y la Sexta menor (8/5) son consideradas como consonancias imperfectas por Zarlino, sin embargo, la Sexta menor no encajaba en el *senario* y ninguna de las dos cumplía el requisito de ser *superparticular*, herencia de la *Harmónica* pitagórica. Francisco Salinas creará una teoría sobre la consonancia que intentará resolver estos problemas.

#### **3.6.5. *De musica libri septem* de Francisco Salinas**

En los Siete libros sobre Música, Francisco Salinas empieza hablando sobre la consonancia y la disonancia.<sup>181</sup>

*(...) Cuanto mejor y más bella sea la proporción entre los espacios de donde surgen los sonidos, tanto más armonioso será el intervalo producido por aquellos. Por tanto, las consonancias nacen necesariamente de la semejanza, y las disonancias de la*

---

<sup>180</sup> *Ibíd.*

<sup>181</sup> SALINAS, Francisco: *Siete libros sobre la música*. Madrid. Alpuerto. 1938. p.116.



*desemejanza. Ambas están comprendidas dentro del intervalo, como las especies dentro del género. (...) Efectivamente, las consonancias son mucho más fáciles de percibir por los sentidos que los restantes intervalos menores, por tener una medida más proporcionada; como dice Tolomeo, cuando más proporcionada es una medida tanto más perceptible es.*

*(...) Lo intervalos consonantes producen un acorde agradable cuando se pulsan dos cuerdas. Así son todas las consonancias. Disonantes son aquellos que producen un acorde poco grato al oído pulsadas dos cuerdas a la vez.*

*(...) El oído es el mejor juez para discernir las diferencias de las cosas, y es el que distingue claramente y con entera facilidad la distancia entre las consonancias y las disonancias, pues la consonancia que captan los sonidos la razón la encuentra como proporción en los números.*

Sobre los intervalos, Salinas distingue entre los intervalos consonantes:

- El unísono. *La más perfecta de lo que nosotros llamaríamos consonancias.*  
Añade Salinas:

*La unisonancia no es consonancia, está por encima de ella, (...) difiere de ella como género distinto que es. (...) De la unisonancia procede la equisonancia diapasón, y de ésta las restantes por orden consecutivo.*

- El diapasón o la equisonancia: es la Octava, de la que dice que es la más cercana a la unisonancia en semejanza y perfección. Es la más bella de todas las consonancias porque su proporción consta de términos íntegros.
- El diapente o sesquiáltera: se refiere a la Quinta.

*Consta de términos no íntegros, porque el número mayor no contiene al menor varias veces, sino tan sólo una vez y la mitad de sus partes. Dice que es la más bella porque consiste en la primera proporción de las múltiples. (...) su proporción es la que más se acerca a la igualdad.*

- El diatessaron o la sesquitercia: se refiere a la Cuarta.

*(...) la sesquitercia es la más noble después de la sesquiáltera, porque en ella el número mayor dista del menor su tercera parte, esto es la mayor después de la mitad. Por todo lo cual también el diatessaron, que es la consonancia mayor después del diapente, entra con ésta en la comparación del diapason, como la sesquitercia y la sesquiáltera en la de la doble.*

Y los intervalos semiconsonantes:

- El ditono (sesquicuarto) y el semiditono (sesquiquinto): la Tercera mayor y la menor.

*Después del diapente y del diatessaron, el ditono es el más fácil de interpretar. (...) Porque el diapente se divide en ditono y semiditono. (...) El ditono y el semiditono que se toman de la experiencia evidente se encuentran también, según las exigencias naturales de los números armónicos, en las proporciones que siguen inmediatamente a la sesquitercia. Por lo cual son necesariamente consonancias y siguen inmediatamente al diatessaron.*

*(...) si sabemos atender a los oídos, descubriremos otras consonancias más allá del diapente y del diatessaron, a saber, el ditono y el semiditono, llamadas por los prácticos tercera mayor y tercera menor respectivamente.*

*(...) Cuanto más noble es la relación de un número a otro, tanto más bello y perfecto es el efecto de los sonidos.*

Salinas considera el semiditono como la más pequeña de las consonancias que pueden captar los sentidos.

A los intervalos de Sexta mayor y menor los considera consonancias compuestas puesto que se forman a partir del diatessaron en composición con el ditono, en el caso de la Sexta mayor, y del diatessaron en composición con el semiditono en el caso de la Sexta menor.

El resto de intervalos consonantes que superan la octava son composiciones entre intervalos consonantes simples o compuestos con el diapason, aunque las considera consonancias repetidas y añade que, debido a esto, el músico no deberá preocuparse de lo que está fuera del diapason.

De los intervalos captados por el oído más pequeños que las consonancias, están el Tono mayor y el Tono menor. Como resultan de la división de la consonancia más pequeña, no podrán ser intervalos armónicos.

- Del Tono mayor dice que es el excedente entre las dos primeras consonancias, es decir, el diapente y el ditessaron, y de la división del intervalo consonante más pequeño.
- Del Tono menor dice que puede considerarse como el excedente o sobrante del hexacordo mayor respecto al diapente, y del diatessaron respecto al semiditono.

### 3.6.6. *Compendio de música de René Descartes*

Para Descartes el fin de la música es agradar y procurar deleite y además, mover en nosotros las más variadas pasiones y añade:

*Ahora bien, las cantinelas pueden ser tristes o alegres, y no debe extrañarnos que suceda algo tan opuesto, pues los poetas elegíacos y los autores trágicos agradan más en tanto en cuanto excitan en nosotros una mayor aflicción.*<sup>182</sup>

Descartes no hace referencia a la sensación que producen las consonancias sino al proceso físico. En las consonancias *el sonido más grave es con mucho el más potente, y, en cierto modo, contiene en sí al otro. El sonido es al sonido como la cuerda es a la cuerda.*

En cuanto a los intervalos, para Descartes el unísono no es una consonancia. La Octava es la primera de todas las consonancias y la que se percibe más fácilmente por el oído. La Quinta es la más agradable de todas las consonancias y la más dulce a los oídos y, por esto, “*tiene por costumbre presidir y ocupar el primer lugar en todas las cantinelas*” y resuena a los oídos “*más agradablemente que ninguna otra.*”<sup>183</sup> Sólo la Quinta y el Ditono pueden ser generados propiamente por la división de la Octava, y todas las demás por accidente. Queda claro que “*el ditono por múltiples razones, es más perfecto que la cuarta.*” La Cuarta nace de la división de la octava y es “*como un monstruo de la octava, defectuosa e imperfecta.*”<sup>184</sup> La Tercera menor, nace del Ditono

---

<sup>182</sup> DESCARTES, René: *Compendio de música*. Madrid. Tecnos. 2001.

<sup>183</sup> *Op. cit.*

<sup>184</sup> *Ibíd.*

y por ello es más imperfecta que la Cuarta. Pero no por ello se debe prohibir en música, porque ella, como variación de la Quinta es muy útil, incluso necesaria. La Sexta mayor procede del Ditono, y por esa misma razón participa de su naturaleza. La Sexta menor procede de la Tercera menor al tener la misma naturaleza. Descartes hace referencia a la diferencia entre el Ditono y la Sexta mayor, calificándolas de más alegres y agradables, y la Tercera menor y la Sexta menor, en una clara referencia tonal en una época en la que la modalidad poco a poco dejaba paso a la tonalidad alegando que “*esto ya fue probado por los prácticos.*” Todas las consonancias que se generan a partir del número 4, incluso la Cuarta, son apropiadas para la composición, “*donde no se dan las razones para que se utilice sola.*”<sup>185</sup> El resto de intervalos son disonancias, pero no todas las disonancias son iguales, mientras que la Segunda, mayor y menor son aptas para la formación de cantinelas y para pasar de unas consonancias a otras, las Séptimas y las Novenas no. La Tercera menor, la Cuarta, la Quinta y la Sexta mayor disminuidas en un *schisma*,<sup>186</sup> se convierten en disonancias.

Descartes ordena así el grado de consonancia de los intervalos (p. siguiente):

---

<sup>185</sup> *Ibíd.*

<sup>186</sup> *Schisma* es la diferencia entre la coma pitagórica y la sintónica de razón 32.805/32.768 (aprox. 2 cents.)

	Consonancias simples		Compuestas primeras		Compuestas segundas	
Octavas		1/2		1/4		1/8
Quintas	2/3		1/3		1/6	
Ditonos		4/5		2/5		1/5
Cuartas	3/4		3/8		3/16	
Sextas mayores		3/5		3/10		3/20
Terceras menores	5/6		5/12		5/24	
Sextas menores		5/8		5/16		5/32

**Tab. 5:** Grados de consonancias de R. Descartes.

La variedad es muy agradable y necesaria para el placer. De ahí que la repetición sucesiva de quintas, “*enseguida aburriría si se utilizara sola y sin variedad en las cantinelas.*” Dos Octavas o dos Quintas nunca deben ir seguidas porque al ser consonancias perfectas el oído nota la sinfonía de la cantinela poco variada y un tanto fría. Cuando se oyen varias consonancias imperfectas el oído espera escuchar una consonancia más perfecta en la que puedan reposar, pero no al revés.

Descartes es, quizá, el autor que más importancia da a la experiencia de los músicos prácticos, utilizando el oído como juez, al hablar de las reglas que rigen la composición evitando con ello cualquier dogmatismo y polémica entre los compositores sobre la sucesión de consonancias: “*Todo ello depende de la experiencia y del uso de los prácticos.*”<sup>187</sup>

Acepta y considera necesarias las notas disonantes que se producen por notas de paso o floreos como medio para ir de una nota a otra y siempre que la primera esté en

---

<sup>187</sup> *Op. cit.* p.104, notas al pie.

relación consonante. Pero si las notas avanzan por saltos, todas deben estar en relaciones consonantes.

### 3.6.7. *Mysterium Cosmographicum* de Johannes Kepler<sup>188</sup>

Para Kepler, la consonancia se genera en la división que hacen de la circunferencia los polígonos regulares (de la geometría plana) inscritos en ella, considerando la cuerda de Pitágoras no como una línea recta si no como una circunferencia. Así, la consonancia ya no proviene de un número escogido de manera un poco arbitraria, como sucedía con Zarlino, sino de las proporciones existentes en algunas figuras geométricas. En esta teoría los aspectos geométricos primaban sobre los aritméticos.

Según su definición de consonancia, si se toma una sección de la cuerda que es consonante con la fundamental, también lo será la parte restante de la cuerda.

Opinaba que los pitagóricos no prestaron atención a la valoración de las consonancias por la sensación y el juicio auditivo, eliminando la condición consonante de Terceras y Sextas. Por lo tanto, la consonancia se extrae mediante la experimentación:

*Supongamos una cuerda cuyo sonido es la nota Ô. En tal caso, el número de notas desde Ô a la octava concordante con Ô es el número de veces, y no más, que puedes dividir la cuerda en fracciones racionales de modo que las partes divisas de la cuerda sean consonantes entre sí y con la cuerda entera. Además es el oído el que nos dice cuántas son tales notas.*<sup>189</sup>

Consideraba obvio que los números no podían explicar la distinción entre consonancia y disonancia. En cuanto a la clasificación de las consonancias llegó a las mismas conclusiones que Zarlino:

Perfectas:

Octava:  $1/2$

Quinta:  $2/3$

---

<sup>188</sup> Hay dos ediciones de la obra *Mysterium Cosmographicum*, la primera publicada en Tubinga en el año 1596; y la segunda publicada en Frankfurt en el año 1621.

<sup>189</sup> KEPLER, Johannes: *El secreto del universo*. Madrid. Alianza Editorial. 2013. Cap.XII. p.132.

Cuarta:  $3/4$

Imperfectas:

Tercera mayor:  $4/5$

Tercera menor:  $5/6$

Sexta mayor:  $3/5$

Sexta menor:  $5/8$

Kepler intenta encajar su clasificación de las consonancias con la de los sólidos regulares descritos por Euclides:

*Así, hablando con propiedad, en Música sólo tenemos cinco consonancias, en acuerdo con los cinco sólidos. (...) exactamente como si las consonancias perfectas procediesen del cuadrado y del triángulo, del Cubo, del Tetraedro y del Octaedro, mientras que las imperfectas procediesen del decágono de los otros dos sólidos. (...) Pero, puesto que desconocemos las causas de este parentesco, es difícil adecuar cada consonancia a cada sólido. (...) Y también vamos a ver que hay dos clases de consonancias, tres simples perfectas y dos dobles imperfectas, al igual que los tres sólidos primarios y los dos secundarios; (...) Por tanto las consonancias perfectas han de ser acomodadas al Cubo, a la Pirámide y al Octaedro, y las imperfectas, al Dodecaedro y al Icosaedro.<sup>190</sup>*

Pero no logra dar una explicación completamente satisfactoria. Las consonancias no derivan de las figuras sólidas si no de cómo seccionan el círculo los polígonos regulares:

*Es agradable contemplar los primeros pasos, aunque equivocados, hacia un descubrimiento. He aquí que yo tenía entre las manos las verdaderas y arquetípicas causas de las consonancias, que buscaba angustiosamente, y como si estuviera ciego, como si no estuviera allí. Las figuras planas son las causas de las consonancias por sí mismas, no en cuanto que son superficies de las figuras sólidas.<sup>191</sup>*

Por lo tanto, las proporciones armónicas derivan entonces del triángulo, el cuadrado, pentágono, hexágono y octógono, pero no del heptágono, u otros polígonos.

---

<sup>190</sup> KEPLER, Johannes: *op. cit.* p.133.

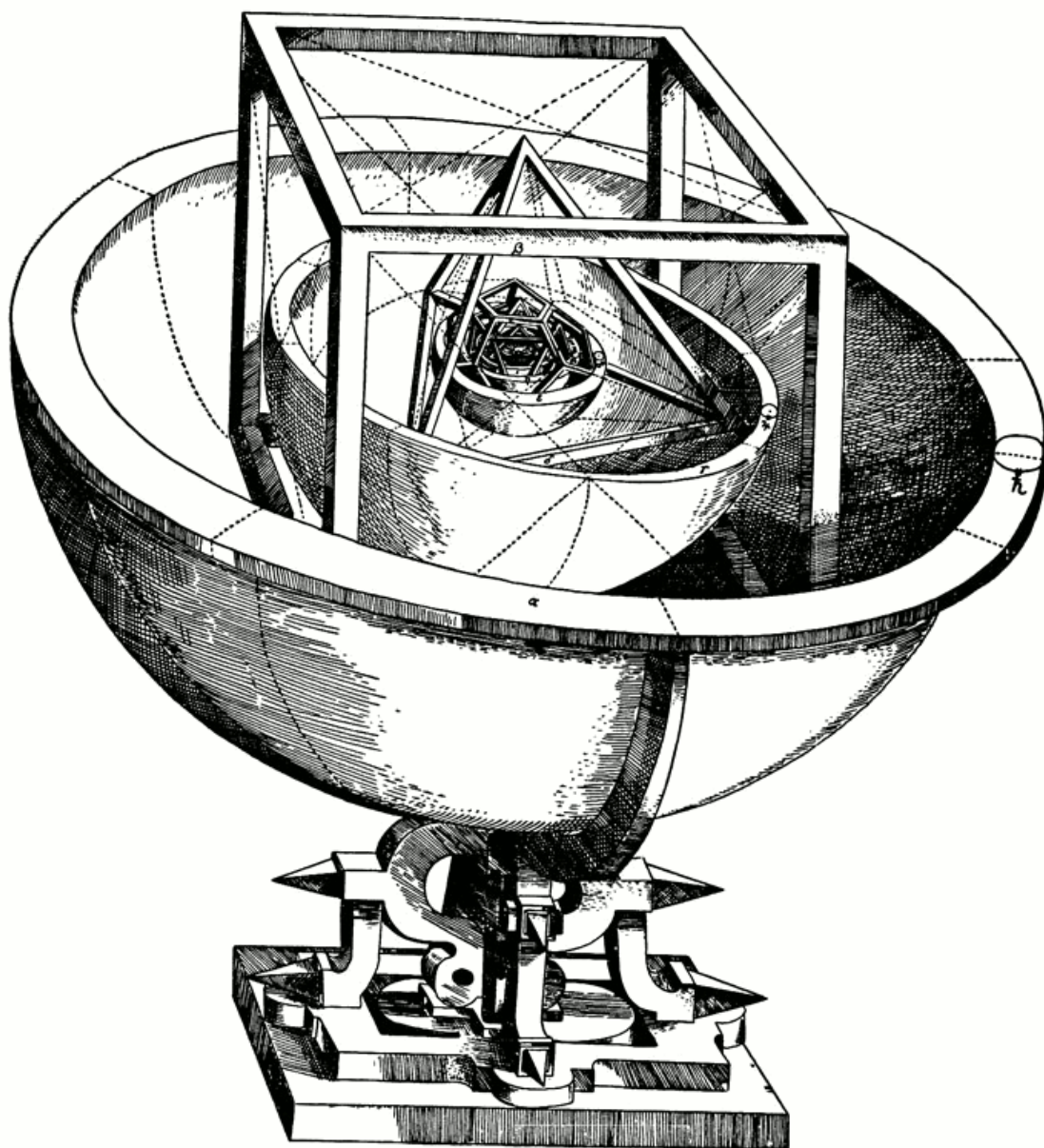
<sup>191</sup> *Ibíd.* p.141.

Kepler sabe que la vinculación entre la cuerda en vibración y los polígonos inscritos en una circunferencia es arbitraria, pero sus reflexiones no dejan de ser interesantes, aunque no aporta una teoría completa sobre fenómeno sonoro.

Tipo de consonancia	Partición de la circunferencia	Resto	Parte tomada	Número de lados	Resultado consonante	Resultado disonante
Octava	Diámetro	1	1	2	$1/2$	-
Quinta	Triángulo	1	2	3	$2/3$	-
Cuarta	Cuadrado	1	3	4	$3/4$	-
Octava	Cuadrado	2	2	4	$2/4 = 1/2$	-
Tercera mayor	Pentágono	1	4	5	$4/5$	-
Sexta mayor	Pentágono	2	3	5	$3/5$	-
Tercera menor	Hexágono	1	5	6	$5/6$	-
Quinta	Hexágono	2	4	6	$4/6 = 2/3$	-
Octava	Hexágono	3	3	6	$3/6 = 1/2$	-
-	Heptágono	1	6	7	-	$6/7$
-	Heptágono	2	5	7	-	$5/7$
-	Heptágono	3	4	7	-	$4/7$
-	Octógono	1	7	8	-	$7/8$
Cuarta	Octógono	2	6	8	$6/8 = 3/4$	-
Sexta menor	Octógono	3	5	8	$5/8$	-
Octava	Octógono	4	4	8	$4/8 = 1/2$	-

**Tab. 6:** Consonancias de J. Kepler (R. García).





**Ilust. 10:** Sistema solar de J. Kepler.

### 3.6.8. *Discorsi e dimostrazioni mathematiche* de Galileo Galilei

Galileo Galilei, en sus Discursos, se pregunta por qué razones son más agradables unas consonancias que otras y por qué algunas, lejos de agradar, producen desagrado. Establece que las razones de los intervalos musicales tienen como causa la relación numérica de las vibraciones de las ondas del aire que golpean nuestro oído. Esta es la razón de que algunos pares de sonidos nos parezcan consonancias y otras disonancias dado que, las molestias producidas por las disonancias, tienen su origen en las pulsaciones discordantes de dos tonos diferentes que golpean a destiempo nuestro tímpano, y serán especialmente disonantes si las vibraciones son inconmensurables.

Consonantes son los sonidos que “*golpean el tímpano con cierto orden*”, lo que exige que las percusiones hechas en el mismo tiempo sean “*commensurables en número*.”<sup>192</sup> Por ejemplo en el caso del tono 8/9, una sola vibración de cada nueve de la cuerda aguda coincide con otra de la grave, las restantes a partir de esta proporción el oído las juzga disonantes. Galileo vuelve al senario de Zarlino, pero con un cambio de enfoque ya que explica fisiológicamente la percepción de la consonancia en función de la coincidencia de las percusiones recibidas en el tímpano del oído.

Esta teoría de la consonancia, basada en la frecuente coincidencia de pulsos vibratorios, presenta algunos interrogantes que ya estaban en la teoría del número senario de Zarlino:

¿Qué pasa con el número 7? ¿Hay una ruptura entre consonancias y disonancias a partir del número 6? La idea es establecer una línea continua entre la consonancia más perfecta como es la octava hasta la disonancia más imperfecta o de razón más compleja.

Habrá que esperar todavía al descubrimiento de los armónicos y la teoría armónica de Rameau, así como a los análisis sobre el oído de Corti y las teorías de Helmholtz, para dar un poco de luz a estos interrogantes puesto que la percepción auditiva no es tan sencilla.

---

<sup>192</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.* p.145.

### 3.6.9. Fragmentos musicales de Fr. Pablo Nassarre<sup>193</sup>

Es un pequeño compendio de reglas para el correcto uso de las voces en el contrapunto. Para Nassarre las consonancias son: unísono, Tercera, Quinta y Sexta. Las disonancias son: Segunda, Cuarta y Séptima. De las consonancias, son perfectas el unísono y la Quinta, e imperfectas la Tercera y la Sexta. Así, los intervalos compuestos responden de la misma forma: del unísono la Octava, de la Quincena la *Veintidocena*; de la Quinta la Docena y de la Docena la *Decinovenas*; de la Tercera la Decena, de la Decena la *Diecisietena*; de la Sexta la Trecena, y de la Trecena la Veintena. Sólo las consonancias son aptas para el contrapunto, esto es, los sonidos que suenan simultáneamente. Las reglas del contrapunto y de la rítmica (del compás) rigen, también, el uso de las disonancias.

Nassarre explica así el porqué de la clasificación de las consonancias:

*(...) el unisonus, octava, y quinta en quitarles de su justa cantidad: esto es añadiéndoles, ò quitándoles, dexan de ser especies consonantes, pasando à ser disonantes. No sucede así en la tercera, y sexta: porque sean mayores, ò menores, siempre son consonantes, de modo que, por la sugesion, que estas dos especies tienen de aumentarse, ò disminuirse, quedándose siempre en línea de consonantes, son llamadas especies imperfectas.*

Hace referencia al uso de las especies perfectas en el principio y fin de las obras:

*Regla general es, que no puede principiar, ni acabar en especie alguna imperfecta; pero como sea perfecta, no importa sea quinta, ò octava (...) Porque el Contrapunto, es principio de enseñar a componer, y en la composición es regla general, que las voces han de tener sus entradas en los puestos mas principales del tono, y estos son el Final, y la quinta de cada uno, y en la manera que se puede, observando la misma regla en el Contrapunto: considerase el primer punto de Canto Llano, como puesto principal del tono, por lo qual puede entrar en octava, y quinta, y no en otras especies. (...) según el filosofo, para ser perfecta una obra, asi lo ha de ser en el fin, como en su principio.*

---

<sup>193</sup> NASSARRE, Pablo: *Fragmentos Musicos: Repartidos en quatro tratados. En que se hallan reglas generales, y muy necesarias para Canto Llano, Canto de Organo, Contrapunto, y Composicion.* Madrid. 1770. Edición facsímil. Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.). Zaragoza. 1988.

Respecto a la prohibición en las reglas de la armonía del uso de dos consonancias perfectas seguidas Nassarre dice:

*Porque la Musica para ser buena, ha de constar de variedad de consonancias, la qual falta usando dos especies perfectas, sucesivas de una misma cantidad.*

Después añade cuándo se debe hacer mayor una especie consonante imperfecta:

*P. En què casos es necessario hazer tercera, ò sexta mayor?*

*R. Quando una voz haze clausula.*

*P. A què especie và comunmente quando cierra la clausula?*

*R. A la octava.*

*P. Sin cerrar clausula se puede hazer sostenido, para hazer mayor alguna imperfecta?*

*R. Si, quando el modo de cantar sea semejante à la clausula.*

Este pasaje hace referencia claramente al caso de cadencia V – I en el modo menor donde se utilizaría la sensible para ir a tónica.

### **3.6.10. *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels* de Jean Philippe Rameau**

Es una obra fundamental en el desarrollo de la música occidental puesto que muchos tratados actuales siguen sus teorías. El enfoque es puramente matemático: se parte del supuesto de que:

*(...) la cuerda es a la cuerda lo que el sonido es al sonido; cada cuerda contiene en sí todos los demás menores que ella pero no los que son mayores; en consecuencia, también en cada sonido todos los agudos están contenidos en el grave.<sup>194</sup>*

Es decir, de la misma manera que una cuerda contiene dos cuerdas de la mitad de su longitud, el sonido producido por la primera contiene dos veces el sonido de la segunda, que es la mitad de larga. Ofrece una demostración del acorde perfecto mayor a través de las proporciones, estableciendo así las bases de la tonalidad. Con este principio y el de la equivalencia de octavas, hace una demostración de carácter natural del acorde perfecto mayor basado en el fenómeno físico – armónico al que considera

---

<sup>194</sup> RAMEAU, Jean Philippe: *Treatise on harmony*. New York. Dover. 1971.

una obra de la naturaleza, el más agradable, simple y natural de todos. Partiendo de un do emitido por una cuerda que vibra, se da cuenta de que la división de su longitud por los primeros números enteros produce las notas siguientes:

División por 2, 3, 4, 5 y 6 que van dando como resultado las seis primeras notas del fenómeno físico – armónico, origen del acorde perfecto mayor.

Este tratado tuvo importantes consecuencias en la música del Barroco. Reduce todos los acordes de la tonalidad a tres: I, IV, y V, con función de tónica, subdominante y dominante.

Uno de las principales aportaciones de Rameau es el establecimiento del bajo fundamental o generador como base de sus descubrimientos armónicos. Se trata de las inversiones de los acordes donde dará una interpretación física de estos elementos basada en la resonancia del cuerpo sonoro. En este bajo fundamental basará el fundamento de la modulación mediante la progresión del bajo por Quintas o Cuartas donde la tónica de la tonalidad fundamental ejerce sobre el resto una especie de atracción gravitatoria.

Goldáraz Gaínza, aunque considera novedosas las teorías de Rameau, dice:

*(...) hay un punto negro en las teorías de Rameau. Si mediante la ‘resonancia del cuerpo sonoro’ surge el acorde mayor, no ocurre lo mismo con el acorde menor, que no aparece en la serie de armónicos. Tras diferentes intentos por justificarlo, Rameau no lo consigue.*<sup>195</sup>

### **3.6.11. *Gradus ad Parnassum* de Johann Joseph Fux**

Es un tratado de contrapunto fundamentalmente, en donde Fux plantea un ingenioso estudio del contrapunto por “especies” que ha servido de base para todos los tratados de contrapunto hasta la época actual. Fue un tratado de gran importancia en su época y fue muy valorado por músicos como Johann Sebastian Bach, Joseph Haydn, Wolfgang Amadeus Mozart y Ludwig van Beethoven.

---

<sup>195</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

Fux distingue consonancia y disonancia de la siguiente manera:

*Lo haremos en pocas palabras, puesto que se desprende de la propia denominación que consonancia es ese efecto que acaricia suavemente los oídos, sin discordancia alguna, y embelesa el alma; al contrario, disonancia es ese otro que, obligando a transigir con algo desagradable y áspero a los oídos, ocasiona más molestia que deleite.*

En cuanto a los intervalos dice lo siguiente:

*Son consonancias el unísono, la tercera, la quinta, la sexta y la octava junto con sus compuestos. De éstas, unas son perfectas y otras imperfectas. Son perfectas el unísono, la quinta y la octava; imperfectas, la sexta y la tercera.*

*Los intervalos restantes, como la segunda, la cuarta, la quinta falsa, el tritono y la séptima, junto con sus compuestos, son disonancias.*<sup>196</sup>

### **3.6.12. Llave de la modulación de Antonio Soler**

Todos los tratados del Renacimiento vistos hasta ahora han tomado como punto de partida, en mayor o menor medida, las teorías de Boecio que a su vez estaban basadas principalmente en las teorías de la escuela pitagórica. Antonio Soler no es una excepción pero tiene en cuenta también otros autores:

*Yo estoy aturdido, que todos traygan à boecio, y no se acuerden de Aristoteles, que es mas antiguo, y que los mas entienden mal lo que tan à su salvo pudo decir Boecio, como lo dixo antes el Philosopho.*<sup>197</sup>

Soler critica a los autores que entendieron mal los escritos de Boecio:

*Se engañan estos hombres materiales, y Boecio nunca soñò semejante disparate (...) que no tiene la culpa Boecio de que no le hayan entendido.*

---

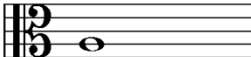


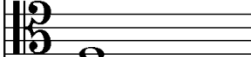
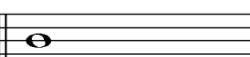
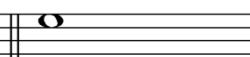
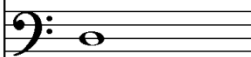
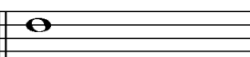
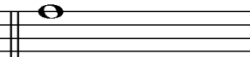
<sup>196</sup> FUX, Johann Joseph: *Gradus ad Parnasum*. Granada. Universidad de Granada. 2010.

<sup>197</sup> SOLER, Antonio: *Llave de la modulación y antigüedades de la musica*. Madrid. 1762. p.10.

No obstante Soler se propone aunar las teorías de estos autores:

*Yo, con el favor de Dios, voy à probar, que todos tienen razon, para favorecer, y no ultrajar à unos hombres tan doctos, y ha de ser con exemplos palpables.*<sup>198</sup>

La música tiene tan solamente seis consonancias; esto es tres de Tercera menor:

1ª Consonancia Perfecta	2ª Consonancia Imperfecta	3ª Consonancia Compuesta
		
		
		

**Ilust. 11:** Consonancias de A. Soler.

Y tres de Tercera mayor:

1ª Consonancia Perfecta	2ª Consonancia Imperfecta	3ª Consonancia Compuesta
		
		
		

**Ilust. 12:** Consonancias de A. Soler II.

<sup>198</sup> SOLER, Antonio: *Op. cit.*

Todos los intervalos que se forman entre cada una de las notas de los acordes son consonantes. El resto de los intervalos los considera disonantes.



### 3.7. Los tratados actuales

En la introducción de su Tratado de armonía, Zamacois expresa así las características que reúnen, por lo general, los tratados actuales de armonía:

*Existe una concepción armónica que podría denominarse tradicional, puesto que sus reglas y sistemas descansan sobre la base de la herencia que nos legaron los contrapuntistas medievales. El reinado de esta concepción armónica ha sido largo y fecundo y dentro de ella se han desenvuelto, con mayores o menores discrepancias de criterio, los tratados de Armonía, durante mucho tiempo. Mas la aparición de nuevas escuelas, estéticas, tendencias, etc., en franca contradicción con muchos de los postulados fundamentales de la concepción tradicional, ha puesto sobre el tapete las siguientes preguntas: ¿Ha caducado ya la concepción tradicional? ¿Deben subsistir los métodos y sistemas de enseñanza basados en tal concepción?*<sup>199</sup>

Que los tratados sobre la enseñanza de la armonía están basados sobre los antiguos tratados que se han analizado antes es un hecho, pero la evolución de la música va eliminando las barreras que antes se han visto, dejando un poco de lado los conceptos matemáticos del sonido para centrarse en las sensaciones que el mismo produce.

Hoy en día, de todos los intervalos que se han estudiado, están considerados como consonantes la Octava, la Quinta y la Cuarta, semiconsonantes en el caso de Terceras y Sextas, el resto disonantes, y así aparecen en la gran mayoría de los tratados de teoría musical actuales, así como en los de armonía basada en las antiguas normas que se han analizado antes. No obstante, muchos tratados del siglo XX son interesantes por las aportaciones y los matices que hacen los autores sobre la teoría musical clásica.

Se atribuye ya al compositor renacentista italiano Claudio Monteverdi (1567 – 1643) el uso sistemático del acorde de séptima de dominante estableciendo con su uso el acorde de cuatro sonidos<sup>200</sup> aunque Diether de la Motte establece que no se puede hablar de acorde de séptima de dominante como tal hasta la época de Bach. En cualquier caso y después de lo que se ha visto hasta ahora, se puede decir que la

---

<sup>199</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, Vol.1. Barcelona. Labor. 1945. Introducción.

<sup>200</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, Vol.3. Barcelona. Labor. 1948. p.359.

constante evolución de la música, bajo los principios estéticos de cada época, ha conseguido hacer que un intervalo que todos los tratados musicales consideran disonante, o sea que no se consideraba agradable al oído, se acabe aceptando como consonante y musicalmente deseable, puesto que potencia el efecto de la dominante dentro de un discurso determinado, y se llegue a asimilar su sonoridad en un proceso gradual de evolución musical.

A este respecto Pietro Blaserna (1836 – 1918) escribe en su obra *El sonido y la música*:

*Es difícil establecer cuándo un sonido deja de ser agradable. No hay otra cosa que mayor o menor simplicidad, complicación y encanto, y es del hábito del oído que depende el límite justo hasta el cual el mismo consiente en seguir al innovador. Ciertos acordes que hoy nos parecen perfectamente asimilables, no eran considerados como tales en los siglos pasados.*<sup>201</sup>

Hasta el siglo XX ha variado muy poco, por no decir nada, el concepto de disonancia, cosa no extraña ya que, como decía Zamacois y se ha visto, los tratados antiguos han servido como base para todos los posteriores. Desde el Renacimiento los únicos intervalos que se consideran realmente disonantes dentro de la octava, son el de Segunda y el de Séptima, mayores y menores, el de Cuarta aumentada o Quinta disminuida, y todos los compuestos de la Octava más alguno de éstos, y tal es la tensión y efecto que producían que los tratadistas tuvieron la necesidad de crear una serie de normas para regular su uso en lo que se llamó la teoría clásica de la disonancia para poder adaptar el oído gradualmente a estas nuevas sonoridades.

Según esta teoría,<sup>202</sup> todo intervalo disonante debe ser resuelto mediante un movimiento melódico de Segunda mayor o menor de la nota que, en el intervalo, tiene la condición de disonancia. Zamacois añade que, generalmente, la resolución es por Segunda descendente que es la resolución natural o regular, pero que son posibles otras resoluciones, que la mayoría de teóricos agrupa bajo el epígrafe de resoluciones irregulares o excepcionales. Por supuesto cualquier nota que produjese una disonancia debía venir preparada en el acorde anterior, bien perteneciendo a ese acorde, bien por grado conjunto en la misma voz que produciría la disonancia.

---

<sup>201</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *op.cit.*

<sup>202</sup> *Ibíd.*

No obstante, ya entrado el siglo XX, poco a poco estas reglas han ido perdiendo rigidez. Koechlin en su Tratado de Armonía expone:

*Hoy día es corriente no preparar la 7ª. Frecuentemente, incluso, dejan de prepararse ex profeso, y son, entonces, un elemento incisivo del cual se aprecian los recursos. Pero las preparaciones tienen un sabor particular, un estilo sereno y tranquilo que puede hacerse muy expresivo.*<sup>203</sup>

El tratado de Armonía de la Sociedad Didáctico – Musical de Madrid dice a este respecto:

*La circunstancia de la preparación o ausencia de preparación de la 7ª debe ser utilizada desde un punto de vista no exclusivamente de técnica escolástica, sino estético musical, sirviéndose de la preparación como medio de dulcificar, de atenuar el efecto del acorde, y prescindiendo de ella para, auxiliado por su posición rítmica, comunicarle mayor energía y vigor, haciendo de esta circunstancia un poderoso auxiliar de variedad y expresividad musical.*<sup>204</sup>

La esencia de estas reglas viene dada por la necesidad estética de que esa tensión que generan los intervalos disonantes sea resuelta en una consonancia, siguiendo una alternancia de tensión – relajación, pero ya no se toma como una necesidad, o mejor dicho, se intenta prescindir de esa necesidad establecida y su uso responde, ya únicamente, al criterio estético del compositor.

Hablando de la armonía contemporánea Athos Palma dice:

*(...) entramos ahora en el campo de la creación artística, libre de toda traba y donde impera soberana una sola regla, un único precepto, tal vez el más difícil de superar, pues carece de leyes que lo reglamentan y que lo guían: El buen gusto. En él debe basarse el artista para realizar una obra valiosa y duradera.*<sup>205</sup>

Amando Blanquer Ponsoda, cuando habla de la concepción histórica de los intervalos, dice: “Este es un fenómeno subjetivo que depende, como ya he dicho, de la

---

<sup>203</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *op.cit.*

<sup>204</sup> *Ibíd.*

<sup>205</sup> PALMA, Athos: *Tratado de armonía*, Vol.3. Buenos Aires. Ricordi . 1945.

*sensibilidad, época y estética de cada compositor*”<sup>206</sup> y habría que añadir, también, de los oyentes.

Establece los intervalos consonantes (Octava, Quinta, Cuarta y después Terceras y Sextas) como estáticos, y los disonantes (Segundas y Séptimas) como dinámicos.

Blanquer es uno de los únicos tratadistas que se atreve a dar una serie de adjetivos sobre cada uno de los intervalos atendiendo a la sensación auditiva que producen, o como él lo llama, *color*:

- Segunda menor: Melódicamente es un intervalo sensual y débil. Posee cierto carácter enfermizo, particularmente cuando contiene alguna nota alterada.
- Segunda mayor: Melódicamente es un intervalo simple, muy utilizado por poseer la conjunción que solicita el espíritu del contrapunto. Asociado a la segunda menor, adquiere un carácter no exento de tensión.
- Tercera menor: Melódicamente es un intervalo triste. Armónicamente determina la función modal del acorde, es poco brillante pero esencial.
- Tercera mayor: Melódicamente es un intervalo alegre y luminoso. Armónicamente constituye junto con la Tercera menor el elemento armónico de mayor importancia en el discurso polifónico.
- Cuarta: Melódicamente es un intervalo noble, moldeable y propio para conducir modulaciones de naturaleza melódica. Armónicamente es un intervalo limpio y simétrico, por la proporción que guarda con la tonalidad establecida y la inmediata superior o inferior, según el orden en el que aparecen las alteraciones. La cuarta únicamente se utiliza entre voces interiores, pero nunca entre el bajo y las restantes para no dar lugar a la segunda inversión.
- Cuarta aumentada: Melódicamente es un intervalo doloroso y blando, difícil de tratar. Armónicamente no se usa en contrapunto clásico. A partir de tres voces se utiliza únicamente como nota constitutiva del acorde de quinta disminuida.
- Quinta: Melódicamente es un intervalo luminoso y guerrero. En cualquier momento amplía considerablemente el ámbito melódico de una frase sin desvirtuarla. Armónicamente es un intervalo básico del sistema tonal.
- Sexta menor: Como la tercera menor, es un intervalo triste y también sombrío cuando recae en las notas naturales del acorde.

---

<sup>206</sup> BLANQUER, Amando: *Técnica del contrapunto*. Madrid. Real Musical. 2001.

- Sexta mayor: Intervalo luminoso, alegre y expresivo. Al igual que ocurre en las terceras, las sextas constituyen el elemento de mayor importancia en el discurso polifónico.
- Séptima menor: Melódicamente es un intervalo simple y sin estabilidad. Armónicamente no se utiliza en contrapunto.
- Séptima mayor: Melódicamente es un intervalo poderoso que empuja a una solución. Difícil de tratar por su carácter acusador. Armónicamente es dulce y expresivo en el matiz piano y estridente en el matiz fuerte. En cualquier circunstancia es claro y luminoso. No se utiliza en contrapunto.

Rudolph Reti (1941) basa su opinión en una pregunta clara:

*(...) ¿por qué las quintas y terceras aparecen consonantes a nuestros oído, mientras las séptimas las consideramos disonantes a pesar de que en las series de armónicos siguen inmediatamente a las terceras?*<sup>207</sup>

Esta discusión, que como se ha visto, no es nueva, verán la forma de resolverla autores como Schoenberg estableciendo una continuidad entre consonancia y disonancia mediante una clasificación de intervalos de los más consonantes a los más disonantes sin que haya ruptura entre estos. No obstante, Reti da su propia opinión al respecto:

*(...) en el aspecto musical, creo que el oído siempre estará más inclinado a percibir como disonancia cualquier combinación de dos o más notas simultaneas si existe una combinación más consonante en la inmediata vecindad en la cual la disonancia pueda ser resuelta, como si constituyera una suspensión.*<sup>208</sup>

Schoenberg habla, en su tratado de Armonía de 1921, acerca de qué componentes tiene o debe tener la música y da un nuevo giro en el que basa la composición musical en sensaciones más que en reglas:

*(...) la materia de la música es el sonido. Deberá por tanto ser considerado, en todas sus peculiaridades y efectos, capaz de engendrar arte. Todas las sensaciones que provoca, es decir, los efectos que producen sus peculiaridades, tienen en tal sentido un*

---

<sup>207</sup> RETI, Rudolph: *Tonalidad, atonalidad y pantonalidad*. Madrid. Rialp. 1965.

<sup>208</sup> *Ibíd.*

*influjo sobre la forma de la que el sonido es elemento constitutivo, es decir, sobre la obra musical.*<sup>209</sup>

Para Schoenberg, la serie de armónicos es la que constituye el sonido y son los primeros armónicos los que son más familiares al oído, que son los más perceptibles, y los últimos armónicos, apenas audibles, son más inusitados. Pero, en cualquier caso, todos constituyen el sonido puesto que los últimos armónicos no se pueden analizar por el oído, pero son percibidos como timbre y se captan por el inconsciente, por lo que el mundo sensorial está en relación con este complejo. La diferencia entre unos y otros armónicos es de grado no esencial, eso quiere decir que cuando estos últimos armónicos se vuelven conscientes y se analizan, se establece una relación con el conjunto sonoro.

Sobre los conceptos de consonancia y disonancia establece que, entre ellos, sólo existen diferencias graduales sin soluciones de continuidad, y hacer una antítesis entre los dos conceptos es un error aludiendo a la capacidad del oído de hacer los armónicos más lejanos más familiares ampliando así el concepto de:

*(...) sonido susceptible de hacerse arte. Lo que hoy es lejano, mañana será cercano; basta con ser capaz de acercarse. En el camino que la música ha recorrido, ha ido introduciendo en el ámbito de sus medios expresivos cada vez un número mayor de posibilidades y de relaciones ya contenidas en la constitución del sonido.*<sup>210</sup>

Como definición de consonancia y disonancia Schoenberg dice:

*(...) definiré la consonancia como las relaciones más cercanas y sencillas con el sonido fundamental, y la disonancia como las más alejadas y complejas. Las consonancias resultan de los primeros armónicos y son más perfectas cuanto más próximas están al sonido fundamental.*<sup>211</sup>

Las consonancias determinan su relación con el sonido fundamental como un reposo, como una armonía que no requiere resolución cosa que debería establecerse de igual modo en las disonancias. Concluye que, ciertas diferencias de proporciones que surgen entre intervalos parecidos, es muy difícil que el oído las pueda percibir puesto que la valoración del oído es insegura y esto ha propiciado que las disonancias se traten

---

<sup>209</sup> SCHOENBERG, Arnold: *Armonía*. Madrid. Real Musical. 1974.

<sup>210</sup> *Ibíd.*

<sup>211</sup> *Ibíd.*

de forma diferente y se haya dado tantos rodeos para incluirlas al mismo nivel que las consonancias. Considerar un intervalo o un acorde como consonante o disonante es sólo una cuestión de hábito, con lo cual una disonancia podría ser considerada en un futuro como “*dulce y agradable consonancia*” y viceversa.

Schoenberg clasifica los intervalos siguiendo el fenómeno físico – armónico, por lo tanto, serían: la Octava, la Quinta y la Tercera mayor. La Tercera menor y las Sextas no son relaciones con el sonido fundamental y no se encuentran en la serie ascendente de armónicos por lo que son consonancias imperfectas. Se hace eco de la controversia generada en torno a la Cuarta en la historia, pero no ofrece ninguna solución, sólo dice que tiene una relación con la fundamental, pero en sentido opuesto y que por ello se podría contar entre las consonancias imperfectas. Como disonancias Segundas y Séptimas y los intervalos aumentados y disminuidos.

Siguiendo la interpretación de la teoría de los armónicos que hace Schoenberg es sencillo ver que la aceptación del acorde de séptima de dominante, como se hablaba antes de Monteverdi y Bach, es mucho más fácil que la de cualquier otro acorde de cuatro sonidos puesto que este acorde se forma con todos los siete primeros armónicos del fenómeno físico – armónico.<sup>212</sup>

En su tratado de armonía, Schoenberg explica, a veces con cierta ironía, el porqué y cómo se pueden romper las antiguas normas armónicas que considera que han caducado y se muestran claramente ancladas en el pasado. Establece así, de forma muy novedosa, las bases para un nuevo concepto de tonalidad o, mejor dicho, de atonalidad en la que, basándose en los armónicos superiores del fenómeno físico – armónico, todos los sonidos de nuestra escala pueden asimilarse en igualdad de importancia. Aunque Rudolph Reti esperaba de Schoenberg más aclaraciones y explicaciones sobre estas teorías:

*(...) uno no puede menos que sorprenderse de la vaguedad de sus explicaciones. En tal cuestión cualquier lector hubiera esperado ilustraciones más reveladoras. Por lo menos podía esperar aprender algo definido, algo auténtico, acerca de los nuevos tipos inauditos de armonías que en aquel tiempo chocaban a todo el mundo.*

---

<sup>212</sup> Esta suposición, a la que llega también Schoenberg en su tratado, se podría rebatir alegando que el séptimo armónico no tiene una afinación precisa, pero está tan cercano a la nota que se busca que el oído no es capaz de apreciar esta diferencia claramente.

También pone en tela de juicio la teoría de los armónicos:

*(...) es muy dudoso afirmar si en un sentido estrictamente musical apreciamos nosotros estos intervalos más lejanos como armónicos. (...) Desde un punto de vista musical, de ningún modo puede atribuirse importancia a esta teoría de los 'armónicos lejanos', y en el mejor de los casos debe ser considerada solamente como una intrigante o problemática terminología.*

Considera absurdo que se pretenda romper el contraste entre consonancia y disonancia y que puedan ser simplemente intercambiadas,

*(...) porque la verdadera justificación de la disonancia es la de incrementar las posibilidades de contraste, no la de oscurecerlas o eliminarlas.*<sup>213</sup>

En esta línea que marca Schoenberg se encuentran los estudios sobre el Dodecafonismo de Ernst Krenek.<sup>214</sup> En estos estudios, Krenek habla de los intervalos disonantes de baja tensión “suaves”, que se desprenden del tono y los de elevada tensión “fuertes”, que se desprenden del semitono. Considera que lo que se tenga que considerar disonancia y cómo debe ser tratada es una cuestión arbitraria, inherente a un estilo musical, por lo que depende exclusivamente de conceptos estéticos.

El intervalo de Cuarta es consonante en un contexto de intervalos disonantes, pero suena disonante en un contexto de intervalos consonantes. La Quinta disminuida es “*un intervalo neutro que divide la octava en dos partes iguales.*”

Ahora, si se consulta un tratado más actual, no basado en las antiguas teorías armónicas, sino únicamente en la práctica musical del siglo XX, y ya con una pequeña perspectiva histórica, como es el de *Armonía del Siglo XX* de Vicent Persichetti, en su capítulo sobre los intervalos dice lo siguiente:

*Cualquier sonido puede suceder a cualquier otro sonido, cualquier sonido puede sonar simultáneamente con cualquier otro sonido o sonidos, y cualquier grupo de sonidos puede ser seguido por cualquier otro grupo de sonidos, lo mismo que cualquier grado de tensión o matiz puede darse en cualquier medio bajo cualquier clase de acento o duración. La fortuna del proyecto dependerá de las condiciones*

---

<sup>213</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.* pp.67 – 68.

<sup>214</sup> KRENEK, Ernst: *Autobiografía y estudios*. Madrid. Rialp. 1965.



*contextuales y formales que predominan, y de la destreza y el espíritu del compositor. (...) Un intervalo, como cualquier otra sonoridad musical, puede tener diferentes significados para distintos compositores. Mientras que sus propiedades físicas son constantes, su uso varía con el contexto de la obra a que pertenece.*<sup>215</sup>

Persichetti añade que los teóricos han distinguido grados de tensión interválica estableciendo un concepto de cualidades relativas sobre la consonancia y la disonancia de los intervalos.

Se debe, por tanto, diferenciar entre las cualidades básicas determinadas por las propiedades físicas de las vibraciones sonoras y armónicas de los intervalos, que son fijas, y la concepción de estas cualidades, y los factores que influyen en ésta, que cada época o estilo dentro de la música tienen y que pueden variar notablemente de una época a otra.

Para Persichetti se utiliza un número limitado de intervalos, fruto de la escala temperada cromática de doce semitonos.<sup>216</sup>

Clasifica así los intervalos:

- Quintas y Octavas justas: Consonancias abiertas.
- Terceras y Sextas mayores y menores: Consonancias blandas.
- Segundas menores y Séptimas mayores: Disonancias fuertes.
- Segundas mayores y Séptimas menores: Disonancias suaves.
- Cuarta justa: Intervalo consonante o disonante.
- Tritono (Cuarta aumentada o Quinta disminuída): ambiguo, puede ser bien neutro, bien inestable.

Al igual que Krenek, añade:

*Es difícil clasificar el tritono y la cuarta justa fuera del contexto musical. El tritono divide la octava en su punto medio y es el menos estable de los intervalos. Suena en primer lugar neutro en los pasajes cromáticos e inestable en los pasajes diatónicos.*

---

<sup>215</sup> PERSICHETTI, Vincent: *Armonía del siglo XX*. Madrid. Real Musical. 1985. p.11.

<sup>216</sup> Con la llegada de la electrónica musical y de los primeros sintetizadores entre la segunda y tercera década del siglo XX es posible generar frecuencias que pueden recorrer todo el espectro armónico audible dividiendo la octava en infinitud de partes.

*La cuarta justa suena consonante en un ambiente disonante y disonante en un ambiente consonante.*<sup>217</sup>

Todos los tratados, hasta ahora, tanto antiguos como modernos, incluyendo los dos tratados de Jazz consultados,<sup>218</sup> se centran en buscar el equilibrio del conjunto sonoro, la proporción de las formas y qué normas o consejos son más apropiados para conseguirlo: una escritura homogénea, naturalidad del discurso melódico y armónico y una utilización apropiada de instrumentos y voces para lograr una tímbrica adecuada, aunque Diether de la Motte, en el prólogo de su tratado de Armonía, considera que si se consultan diez tratados se encontrará con diez respuestas diferentes situadas entre los extremos para resolver la misma duda. Torre Bertucci con respecto a los estudios de contrapunto lo expresa así:

*(...) conviene recordar que el contrapunto es ante todo un arte y no una ciencia exacta, con lo cual quedan justificadas las diferentes opiniones y hasta las múltiples contradicciones que sobre determinados puntos existen entre los diversos autores antiguos y modernos.*<sup>219</sup>

---

<sup>217</sup> PERSICHETTI, Vincent: *op. cit.*

<sup>218</sup> Me refiero al de Enric Herrera y al de Barrie Nettles de Berklee.

<sup>219</sup> TORRE BERTUCCI, José: *Tratado de contrapunto*. Buenos Aires. Ricordi. 1947.

### 3.8. El caso del intervalo de Cuarta

Mientras que la Octava y la Quinta siempre fueron considerados consonantes sin ningún tipo de discusión, el intervalo de Cuarta tiene un papel controvertido en la historia de la música dependiendo de los sistemas de clasificación. Considerada consonancia desde la Antigüedad Clásica por los músicos teóricos, encajaba perfectamente en la *tetraktys* pitagórica. Pero con el nacimiento de la polifonía, es rechazada e incluida entre las disonancias cualquier Cuarta que apareciese entre una voz superior y el bajo, siendo definitivamente utilizada en la música práctica como una disonancia ya desde antes del siglo XVI. De hecho, el Ars nova de Philippe de Vitry la incluye entre las disonancias. Finalmente, acabará considerándose teóricamente consonante por los humanistas del siglo XVI gracias a su proporción superparticular  $4/3$ , aunque siga ofreciendo problemas en la música práctica.<sup>220</sup> La razón puede radicar en que la formación de acordes en nuestro sistema musical se basa en la superposición de terceras sobre una nota principal y, mientras que todos los intervalos consonantes (perfectos o imperfectos) tienen relación con el intervalo de tercera mayor o menor,<sup>221</sup> la cuarta queda fuera de esta relación.

Los pitagóricos consideraban la Cuarta consonante pero la Undécima (Octava + Cuarta) no, únicamente en virtud de su proporción matemática y no por su efecto agradable o desagradable. Bermudo no se pronuncia en esta cuestión y acepta la opinión de los músicos prácticos tratando a la Cuarta como una disonancia junto a la Segunda y la Séptima. Ya Gioseffo Zarlino y Francisco Salinas, entre otros tratadistas, dedican a ellos capítulos en sus tratados y serán los que finalmente resolverán el enfrentamiento entre la música práctica y los teóricos, aunque, como se está viendo, la discusión continuará hasta el siglo XX.

Zarlino explica así este caso:

*Parecerá, quizá, a alguno una cosa nueva, que yo había puesto la Cuarta en el número de las consonancias cuando los músicos prácticos la han colocado entre las disonancias. (...) se debe advertir que la Cuarta no es disonancia, sino que es*

---

<sup>220</sup> Hay que recordar la última cita de Vincent Persichetti en el apartado anterior.

<sup>221</sup> Recordar que la Quinta se forma por dos terceras superpuestas (mayor-menor / menor mayor), y la Octava por 3 Terceras mayores o 4 Terceras menores. Las Sextas son inversiones de las Terceras.

*consonancia como se puede probar de tres formas: Primero por la autoridad de los músicos antiguos, la cual no hay que despreciar; después por la razón; y últimamente por el ejemplo.*<sup>222</sup>

Zarlino, por autoridades antiguas entiende los escritores griegos y latinos que colocan la Cuarta como consonancia, citando a Ptolomeo, Boecio, Euclides, Gaudentino, Macrobio, Vitruvio y Censorino. Según Zarlino, el motivo por el que los prácticos han incluido la Cuarta entre las disonancias es por la discrepancia entre Pitágoras y Ptolomeo.

Después añade:

*Aquel intervalo, que en una composición armónica se oye consonar perfectamente, se da por supuesto, no puede ser de modo alguno disonante. Siendo por tanto el Diatesaron, o Cuarta de tal naturaleza, que acompañada por la Quinta en una composición armónica, queda suave, en armonioso conjunto.*<sup>223</sup>

René Descartes dice en su Compendio de la música de 1618:

*Ésta es la más improductiva de todas las consonancias y nunca se emplea en las cantilenas a no ser por accidente o con la ayuda de otras. No porque, ciertamente, sea más imperfecta que la tercera menor o la sexta, sino porque está tan próxima a la quinta que, frente a la suavidad de ésta, pierde toda su gracia.*<sup>224</sup>

Fux considera la Cuarta justa como un intervalo disonante de la forma siguiente:

*Conocida y bien difícil es la cuestión de si la cuarta es una consonancia. Lo afirman todos los pitagóricos y otros autores, conocidísimos tanto por la fama de sus teorías como por su prestigio. (...) Quisiera que dijeran a qué cuarta se refieren, si a la nacida de la división armónica de la octava o la de la aritmética. Si es a la de la división armónica, esto es:*

---

<sup>222</sup> ZARLINO, Gioseffo: *Le Istitutioni harmoniche*. Venecia. Francesco dei Franceschi Senese. 1558. Consultado en *Thesaurus Musicarum Italicarum*:

[[http://euromusicology.zoo.cs.uu.nl/dynaweb/tmiweb/z/zarih58/@Generic\\_\\_BookView;cs=default;ts=default;lang=es](http://euromusicology.zoo.cs.uu.nl/dynaweb/tmiweb/z/zarih58/@Generic__BookView;cs=default;ts=default;lang=es)] el día 6 de junio de 2012. Traducción del autor del trabajo.

<sup>223</sup> ZARLINO, Gioseffo: *op. cit.*

<sup>224</sup> DESCARTES, René: *Compendio de música*. Madrid. Tecnos. 1618, 2011, p.78.



**Ilust. 13:** El intervalo de Cuarta. J. J. Fux

*¿quién no ve que no hay en absoluto cuarta alguna en este ejemplo, sino una quinta y una octava? Pues hay que calcular los intervalos contando, no desde las voces intermedias, sino desde el bajo y fundamento hasta las voces. En efecto, de no ser así, dirían que, por una razón similar, en el ejemplo que sigue hay una sexta mayor, pues en él la nota A con la nota B parece hacer una sexta mayor:*



**Ilust. 14:** El intervalo de Cuarta. J. J. Fux II.

*Pero, por la razón ya aducida, ¿qué mortal, (...), afirmaría que este acorde tiene una sexta? En cambio, si entienden que la cuarta se ha producido a partir de la división aritmética, esto es, de esta forma:*



**Ilust. 15:** El intervalo de Cuarta. J. J. Fux III.

*(...) no sé cómo pueden incluirla entre las consonancias. A no ser que alguien prefiera pensar que desde la Antigüedad se la ha considerado como consonancia no sólo por deducción (...), sino también por su empleo. (...) Pero parece que, sin lugar a dudas, se opone a esto el uso admitido durante tantos siglos, al cual conviene que nos adaptemos, puesto que, a día de hoy, se sabe cierto que su empleo en absoluto discrepa del de las restantes disonancias, y no tenemos otra forma de utilizarla que no sea*

mediante la síncope o ligadura. Evidentemente, es innegable que la cuarta disuena menos que las otras disonancias; también, que es más tolerable a los oídos y que, no obstante, su percepción no procura al oído un total deleite.<sup>225</sup>

Partiendo de las palabras de Fux y llevándolo al fenómeno físico – armónico<sup>226</sup> se entiende que lo que se interpreta como Cuarta entre el armónico tercero y cuarto no representa auditivamente en esencia una Cuarta, sino una Octava y una Quinta partiendo de la fundamental, con lo cual se tendría que ir hasta el armónico 21 en la serie de armónicos para encontrar una Cuarta (nota fa) partiendo de la nota fundamental generadora de la serie (en este caso do).<sup>227</sup> Si se tiene en cuenta que los armónicos más consonantes se encuentran al principio de la serie y que cuanto más cercanos a la nota generadora de la serie son más consonantes, se podría situar a la Cuarta como un intervalo con connotaciones disonantes.



**Ilust. 16:** Armónicos a partir de la nota Do<sup>228</sup>

Muchos de los tratados antiguos que abordan esta cuestión llegan a una solución de compromiso considerando que la Cuarta es concordante en las voces superiores y

<sup>225</sup> FUX, Johann Joseph: *Gradus ad Parnasum*. Granada. Universidad de Granada. 2010, cap.XVII.

<sup>226</sup> El fenómeno físico – armónico o la serie armónica es la sucesión de los sonidos cuyas frecuencias son múltiplos enteros positivos de una nota base, llamada fundamental.

<sup>227</sup> Hay algunos tratados, como el de Solfeo de Sociedad Didáctico Musical en su cuarta parte, en los que el armónico 11º lo consideran como fa natural. El armónico 11º no tiene una afinación precisa en nuestro sistema de afinación con temperamento igual, con lo que no es ni fa# ni fa natural, aunque se encuentra más cercano al fa#.

<sup>228</sup> Las notas marcadas en color señalan los armónicos que tienen una desviación de más de 30 cents aproximadamente con la afinación de temperamento igual (rojo grave y azul agudo). Son los armónicos 7º, 11º, 13º, 14º, 21º, 22º, 26º, 28º, 29º y 31. Los índices acústicos utilizados son los de la Convención de 1939. Extraído de [http://www.relafare.eu/], consultado en enero de 2013.

discordante en las más graves.<sup>229</sup> Por lo tanto se debe tener en cuenta que el intervalo de Cuarta no se puede tratar como una disonancia auténtica puesto que en la práctica sólo se clasifica como tal en relación al bajo. Si no es el caso, la Cuarta sonará como un intervalo completamente consonante. Antonio Soler diferencia las Cuartas que se forman entre las voces en la polifonía: respecto de las voces, en el acorde en estado fundamental, la Cuarta que se forma entre esas voces es perfecta porque perfecciona al Diapasón, o sea consonante. La Cuarta que se forma entre las voces de un acorde en primera inversión es menos consonante porque *“le falta una de las especies principales que constituyen el Diapason.”* Respecto al bajo (acorde en segunda inversión) la Cuarta está en relación de *“Mínima consonancia”* o de disonancia, *“con que sacamos, que la causa de la disonancia consiste en la vibracion desordenada, como se muestra en la proporción.”*<sup>230</sup>

Si se vuelve sobre los tratados de armonía actuales se encontrará en ellos esta misma discusión en el acorde triada en segunda inversión. Como se ha dicho, nuestro sistema armónico tradicional se desarrolla por la formación de acordes por superposición de intervalos de Tercera, por esto el intervalo armónico de Cuarta justa se mira con cierto recelo al sugerir auditivamente una segunda inversión de un acorde triada.<sup>231</sup>

Si se estudia cualquier tratado de armonía o de contrapunto para ver cómo tratan el acorde de cuarta y sexta, o de segunda inversión, se observa que también se trata siempre con bastante cautela al ser un acorde considerado inestable y de características especiales. Francisco Calés Otero lo excluye directamente de la práctica musical al hablar de los acordes practicables en el contrapunto severo:

*Quedan así, exceptuados de la práctica escolar contrapuntística, las segundas inversiones o acordes de 4ª y 6ª, el estado fundamental o directo del acorde de 5ª disminuida y todos los demás acordes disonantes, de tres o más sonidos, en cualquier estado.*<sup>232</sup>

---

<sup>229</sup> OTAOLA GONZÁLEZ, Paloma: *op. cit.* p.158.

<sup>230</sup> SOLER, Antonio: *Llave de la modulación y antigüedades de la musica*. Madrid. 1762.

<sup>231</sup> Se verá después que, incluso en las reglas de contrapunto, la utilización de la Sexta, en la escritura a dos partes, puede sugerir auditivamente un acorde de cuarta y sexta.

<sup>232</sup> CALES OTERO, Francisco: *Apuntes para un curso de contrapunto severo*. Madrid. Real Conservatorio Superior de Madrid. 1957.

José Torre Bertucci añade:

*Este intervalo producido con relación a la parte grave se considera disonante en contrapunto y por lo tanto se evitará siempre que no sea tratado como nota extraña o como síncope disonante.*<sup>233</sup>

Diether de la Motte considera que “*hay que concebirlo unas veces como consonancia y otras como disonancia*”,<sup>234</sup> en cambio Walter Piston no se plantea las razones sino que directamente explica:

*El acorde de cuarta y sexta es inestable, ya que la cuarta es un intervalo disonante cuando su nota más grave está en el bajo. En sus usos característicos, es el producto del movimiento melódico entre dos armonías estables por tanto podemos considerarlos como una agrupación de notas extrañas (...) Como intervalo disonante, tiene tendencia a contraerse en una tercera. Las cuartas justas en superposición parecen multiplicar esta tendencia y por esta razón rara vez aparecen en la práctica común.*<sup>235</sup>

José Forns hace referencia a la sensación que produce el acorde de segunda inversión:

*(...) su emisión como acorde produce en el oído una sensación especial de inestabilidad, motivo por el cual, tanto en el contrapunto clásico como en la moderna armonía, se limita su empleo con determinadas restricciones. Si buscamos la causa de este fenómeno, hemos de hallarla en la tendencia ya expuesta de considerar los intervalos del grave al agudo; y así, la cuarta, más que como una consonancia directa, la percibimos como inversión de la quinta, de donde deriva el efecto de insatabilidad que nos produce.*<sup>236</sup>

El caso es que este acorde está siempre está ligado a reglas estrictas de preparación y resolución,<sup>237</sup> en muchos casos obligadas como en las disonancias, hasta

---

<sup>233</sup> TORRE BERTUCCI, José: *Tratado de contrapunto*, Buenos Aires. Ricordi. 2005.

<sup>234</sup> DE LA MOTTE, Diether: *Armonía*. Madrid. Mundimúsica. 2007.

<sup>235</sup> PISTON, Walter: *Armonía*, Barcelona. Labor. 1941. Para Walter Piston la práctica común se refiere a la utilizada hasta la disolución de la tonalidad, es decir, hasta las corrientes del impresionismo y el expresionismo.

<sup>236</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. p.47.

<sup>237</sup> En el caso del acorde de cuarta y sexta la preparación y resolución no se producen de la misma forma que en la disonancia, sino que aquí la nota preparada debe pertenecer al acorde anterior, como ya



el punto que la armonía clásica establece únicamente tres casos de uso de este acorde, según el tratado de Zamacois:

- Cuarta y sexta de unión: El acorde se sitúa sobre una nota que es el centro de otras tres que proceden por grados conjuntos en el bajo. También llamado sexta y cuarta de paso.
- Cuarta y sexta de amplificación: Sigue a una acorde de quinta o a uno de sexta mientras el bajo permanece inmóvil. También llamado sexta y cuarta de floreo.
- Cuarta y sexta cadencial: Ataca sobre la dominante de la tonalidad y resuelve sobre un acorde de quinta sobre el mismo bajo.

De la Motte añade otro tipo que es el acorde de retardo de cuarta y sexta: la quinta y la tercera de una triada son retardadas en el tiempo fuerte por la sexta y la cuarta. La resolución de la disonancia del retardo se efectúa en el tiempo débil mediante una conducción descendente de grado.<sup>238</sup>

También hay que añadir la prohibición de unir dos o más acordes de cuarta y sexta seguidos. No obstante, las estrictas normas de su uso se van poco a poco relajando permitiendo que la preparación y la resolución se produzcan por grado conjunto.

Si se recuerda las consideraciones que hace Persichetti sobre el intervalo de Cuarta en el apartado anterior, llama la atención que, hablando de armonía del siglo XX y de un tratado de 1961, continúe el debate sobre si el intervalo de Cuarta es consonante o disonante, y más teniendo en cuenta que todos los tratados del siglo XX de Teoría de la música y la mayor parte de los de Armonía clásica consultados lo consideran siempre consonante, a excepción de lo hablado sobre el acorde de cuarta y sexta.

Hay que tener en cuenta que el análisis que hace Persichetti no está basado en las proporciones o en los números, como se ha visto en los tratados antiguos, sino que él se basa en la sensación auditiva que produce ese intervalo, esto quiere decir que el intervalo de Cuarta tiene una sonoridad especial que lo hace más inestable, por comparación auditiva, a un intervalo de Quinta, o a un intervalo de Tercera que se supone menos consonante que la Cuarta y está clasificado como semiconsonancia.

---

se dijo, y estar en la misma voz, así como la nota de resolución de la disonancia debe pertenecer al acorde siguiente también en la misma voz.

<sup>238</sup> DE LA MOTTE, Diether: *Armonía. op. cit.*

Diether de la Motte habla del acorde de cuarta y sexta en el contexto de la armonía de Wagner en la que los acordes de cuatro notas dominan la partitura utilizando una armonía de centros tonales, disonancias que no resuelven y de acordes basados en retardos:

*En semejante mundo armónico, el oído somete a revisión su concepción del acorde de cuarta y sexta, concibiéndolo también como una consonancia relativa cuando no se le trata a la manera tradicional de retardo disonante cadencial de cuarta y sexta (lo cual es experimentado por el oyente sólo a través del acorde que le sigue).<sup>239</sup>*

Schoenberg es quizá el único tratadista que realmente se ocupa de entender el porqué de esta situación con el acorde de cuarta y sexta. Establece que, si un acorde en estado fundamental suena estable, ¿por qué al invertir las mismas notas de ese acorde pierde esa estabilidad convirtiéndose en disonancias relativas? El resultado es por la predominancia del bajo en las inversiones que, de alguna manera, sustenta auditivamente el acorde y todas las demás notas que quedan por encima.<sup>240</sup> Es decir, hay que volver a buscar la explicación en los armónicos puesto que los componentes del acorde son los mismos.

Para Schoenberg, en el acorde de cuarta y sexta, el bajo intenta imponer la sonoridad de sus armónicos y convertirse en fundamental. Por lo tanto, en un acorde triada mayor formado sobre la nota *do*, el bajo de la segunda inversión, sobre la nota *sol*, generaría los armónicos *re* y *si* (eliminando los que se repiten), mientras que lo que está sonando por encima de ese bajo son las notas *do* y *mi*. Esto podría ser una explicación satisfactoria a por qué este acorde tiene esa tendencia tan marcada en las dos notas superiores a bajar por grado conjunto<sup>241</sup> resolviendo esa tensión que se genera. Aunque la tendencia natural de las disonancias, como se ha visto, es a cerrarse resolviendo por movimiento contrario, en este caso es interesante ver como hasta la resolución por movimiento ascendente de las dos notas superiores del acorde (*re* y *fa*) es

---

<sup>239</sup> DE LA MOTTE, Diether: *Armonía. op. cit.*

<sup>240</sup> Aparte de estudiarlo en las teorías antiguas antes expuestas, esta predominancia del bajo se puede escuchar de forma práctica en cualquier pasaje en el que aparezca una nota pedal en el bajo, por ejemplo, cualquier fuga de J. S. Bach, cuando se establece una pedal de dominante o de tónica sobre las que van sonando toda suerte de acordes y, sin embargo, nunca se pierde el carácter de la función de dominante o de tónica del pasaje.

<sup>241</sup> Se habla sobre todo del acorde de cuarta y sexta cadencial que es el que tiene estas connotaciones más marcadas

auditivamente satisfactoria al estar también dentro de los primeros armónicos de la nota sol. Esto indica que, quizá, más que una disonancia es un intervalo inestable en nuestro sistema tonal.

Se puede ver un ejemplo muy claro en las apoyaturas. La apoyatura tendrá el efecto esperado si se da por encima de la nota real. Si se produce en el bajo el efecto será muy diferente y mucho menos deseable. Esto es debido a que, para el oído, la nota más grave tiene siempre una relevancia especial y, de alguna manera, polariza y da sentido armónico a todas las notas que tiene escritas por encima.

Otra cuestión que se plantea Schoenberg es que la teoría dice que cualquier intervalo que se invierta mantiene la condición de consonancia o disonancia,<sup>242</sup> pero esto no ocurre con la Cuarta puesto que no tiene la misma estabilidad que la Quinta.

Ya Ramos de Pareja es consciente de esta situación al hablar de las inversiones de los intervalos:

*(...) cuanto tiene la quinta de perfección, tanto se acerca la cuarta a las disonancias y se aparta de las consonancias.*<sup>243</sup>

René Descartes también establece la disonancia de la cuarta con relación al bajo y añade:

*(...) porque, si aquélla<sup>244</sup> se coloca en la parte más grave, resonará siempre una quinta superior y el oído advertirá con toda facilidad que ha sido desplazada de su propio lugar a otro inferior; y por esto, principalmente, la cuarta le será muy desagradable, como si fuese proyectada sólo la sombra en lugar del cuerpo, o una imagen en vez del objeto en sí.*<sup>245</sup>

Tal y como se vio en Schoenberg.

Marin Mersenne (1588 – 1648), matemático y teórico musical francés, es quizá el científico más interesado por la música del siglo XVII. Uno de sus principales méritos

---

<sup>242</sup> También lo expresa Antonio Soler en su *Llave de la modulación*.

<sup>243</sup> RAMOS DE PAREJA, Bartolomé: *op. cit.*

<sup>244</sup> Se refiere a colocar la Quinta en el bajo del acorde estableciendo una segunda inversión o un acorde de cuarta y sexta.

<sup>245</sup> DESCARTES, René: *op. cit.*

consistió en explicar las diferentes alturas que se pueden escuchar en una cuerda cuando vibra, el problema de los armónicos.<sup>246</sup> El que una cuerda pudiera vibrar con más de una frecuencia a la vez parecía imposible. Mersenne elabora dos tablas diferentes de ordenación de las consonancias menores que la octava. Una de las tablas representa el orden según la física del sonido que se denomina consonancia sensorial y es el que se desprende de la teoría de coincidencia de pulsos. La otra es una tabla estética, donde aparecen las consonancias ordenadas según se perciben dentro del contexto musical, lo que se denomina consonancia musical.<sup>247</sup>

<b>Consonancia sensorial</b>	<b>Consonancia musical</b>
Octava	Octava
Quinta	Quinta
Cuarta	Tercera mayor
Sexta mayor	Tercera menor
Tercera mayor	Sexta mayor
Tercera menor	Sexta menor
Sexta menor	Cuarta

No obstante, Mersenne deja la puerta abierta a que intervalos  $8 : 7 : 6$ , producto de la división de la Cuarta, que son intervalos duros y ásperos, acaben siendo por la fuerza de la costumbre, dulces y fáciles.<sup>248</sup>

Christiaan Huygens, físico holandés (1629 – 1695), considera que, entre dos consonancias, es más consonante aquella cuya réplica primera o segunda está en razón múltiple. De esta forma puede colocar la Tercera mayor por delante de la Cuarta en el rango de consonancias. Siguiendo este criterio la Séptima menor ( $4/7$ ) estaría en un grado de consonancia entre la Tercera mayor y la Cuarta.<sup>249</sup>

---

<sup>246</sup> Término acuñado posteriormente por Joseph Sauveur en 1701.

<sup>247</sup> GARCÍA PÉREZ, Amaya Sara: *El concepto de consonancia en la Teoría Musical: De la Escuela Pitagórica a la Revolución Científica*. Salamanca. Universidad Pontificia de Salamanca. 2006. p.279.

<sup>248</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

<sup>249</sup> *Ibíd.*

Después de ver los estudios analizados es difícil establecer la mayor o menor consonancia del intervalo de Cuarta desde la perspectiva del siglo XX puesto que hoy en día, aun conservando nuestro sistema armónico de Terceras, ya no está considerado un intervalo disonante. Se tendría que volver sobre el análisis del contexto y la ubicación de cada intervalo puesto que cambiaría la forma de percibirlo, sobre todo en la comparación con el intervalo de Tercera, ya que, si se observa detenidamente el intervalo de Tercera, se pueden encontrar también varias particularidades:

- En la formación de acordes no se puede utilizar dos veces el mismo intervalo de Tercera puesto que se produce una disonancia. Dos Terceras mayores o dos menores. Siempre hay que utilizar Tercera mayor y Tercera menor o al revés.
- Si se enlazan más de dos intervalos de Tercera, el tercero, sea mayor o menor, siempre generará una disonancia con la nota fundamental. Sólo la aceptación del acorde de Séptima de dominante lo libra de esta apreciación.
- Aunque enlazando tres Terceras mayores, o cuatro menores, se cierra la octava, el resultado son dos acordes disonantes.

El intervalo de Cuarta no siempre quedaría confinado a ser inestable o un caso especial, sino que cobrará gran importancia en los acordes formados por cuartas del impresionismo francés, a finales del siglo XIX, llegando a configurar un novedoso lenguaje de composición.

### 3.9. Intensidad de las disonancias

Al igual que los ruidos, las disonancias pueden resultar más o menos incisivas al oído y de esto se han servido los compositores para producir y acentuar ciertas sensaciones. Dependiendo del contexto un intervalo de Segunda dará una sensación más o menos disonante. En música la intensidad de las disonancias depende de:<sup>250</sup>

- *Que la disonancia preparada es siempre más suave que sin preparar.* Esto es que la nota que produce la disonancia esté en el acorde anterior y se mantenga en la misma voz cuando se produce la disonancia.
- Una disonancia que se produce en una parte fuerte del compás se acusará más que una que se produce en una parte semifuerte o débil.
- Las disonancias que se derivan del semitono son más intensas que las que se derivan del tono.
- Cuanta mayor separación hay entre las notas que producen la disonancia menor intensidad tiene la misma.
- Cuantas más notas (voces) haya entre las notas que producen la disonancia, más inadvertida pasa.
- Cuanto más breve es la disonancia, menos importancia tiene y viceversa.

Además de las valoraciones de Zamacois se puede añadir que:

- Si son más de dos notas las que producen disonancia, unas con otras, mayor intensidad tiene el efecto.
- Si una disonancia se espera y se puede predecir, su efecto es menos intenso.
- Cuanto más grave sea la tesitura en la que se produce la disonancia, más sensación de confusión y obscuridad produce.

De cualquier forma no considero disonancias, como lo son las anteriores, a las producidas por el movimiento natural de las voces en las que aparecen choques que son producidos de forma fortuita por la abundancia de notas de adorno (notas de paso y

---

<sup>250</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, Vol.3. op. cit. p.115.

floreos) y que, generalmente, pasan inadvertidas al oído puesto que predomina el movimiento horizontal de las voces más que la verticalidad del intervalo armónico que se produce además de situarse en partes débiles y tener una corta duración, por lo tanto el efecto disonante es mucho menor. Vicent Persichetti lo expresa de la siguiente manera: *"La melódica disonante y los choques acordales se dan con menos importancia auditiva en la armonía desgranada del pensamiento horizontal"*.<sup>251</sup> Precisamente la armonía clásica intenta regular, de forma a veces estricta, estas situaciones para que se den de forma lo más natural posible para el oído.

El retardo y la apoyatura, en cambio, son disonancias que no son el resultado de un movimiento horizontal melódico, a veces fortuito, como una nota de paso, sino que, precisamente, se utilizan por su valor y carácter disonante que es mucho más expresivo que el de la nota de paso.<sup>252</sup>

Hasta aquí se está hablando del valor disonante de un intervalo o acorde pero siempre en base a la sensación que produce. Rudolph Reti explica que, mientras que en la consonancia hay una gradación basada no sólo en la percepción sino también en las proporciones matemáticas y en la física, en la disonancia sólo se establece una gradación sensitiva. Habrá que esperar hasta el siglo XIX para que autores como Helmholtz expliquen estos fenómenos.<sup>253</sup>

Persichetti introduce un nuevo concepto a la hora de valorar auditivamente las consonancias y disonancias que es el contexto musical<sup>254</sup> en el que se producen, atendiendo al discurso y el ambiente sonoro precedente que hace que nuestro oído interprete un intervalo o un acorde de forma más consonante o más disonante. Explica que cualquier combinación de notas puede resultar auditivamente consonante si se

---

<sup>251</sup> PERSICHETTI, Vincent: *op. cit.*

<sup>252</sup> Hay que hacer referencia a un hecho fundamental, la armonía clásica y el contrapunto están basados en la escritura vocal en la cual la lectura a primera vista se podía tornar muy compleja en el entramado de la escritura polifónica lo que producía que, para facilitar la lectura, la conducción melódica de cada voz debía ser lo más coherente posible evitando situaciones, estructuras e intervalos arriesgados que comprometiesen la afinación y el equilibrio sonoro de la obra. Posteriormente esta regla iría perdiendo rigidez sobre todo en la escritura instrumental. Esto sólo se daba en el movimiento horizontal de una voz en relación al movimiento armónico del resto de las voces.

<sup>253</sup> Ver cap.5. LA DISONANCIA DESDE UNA VISIÓN FÍSICA. p.217.

<sup>254</sup> Diether de la Motte en su tratado de contrapunto de 1998 habla también del contexto musical como una novedad en la historia de la música en el capítulo sobre Johann Sebastian Bach: *"Lo que una nota haya de ser ahora debe quedar claro a partir del contexto. Son las notas que suenan al mismo tiempo, y antes, y después, las que deben aclarar el sentido de cada una de ellas."* En un lenguaje casi sin reglas, como es el del siglo XX, el contexto también hace variar el concepto de disonancia en el oyente.

desenvuelve dentro de un contexto más disonante y que, la disonancia sólo existe donde hay una norma de consonancia establecida. Es necesario entender esta postura desde el punto de vista sensorial puesto que una disonancia no deja de serlo por encontrarse situada en un lugar u otro, pero nuestra percepción de ella varía según el contexto musical donde esté ubicada. Después, introduce más variables para que aumente o disminuya el efecto disonante de un intervalo o un acorde como es la disposición del intervalo, su inversión, la dinámica y el timbre. Al invertir un intervalo se hace que también varíe su condición disonante o consonante, acentuando más una u otra. Sobre el timbre añade:

*Un sonido producido en un instrumento capaz de generar armónicos agudos reconocibles por el oído, puede tener gran calidad resonante y relativamente disonante debido al amontonamiento de los armónicos superiores. El mismo sonido tocado en un medio que tiene armónicos que se separan auditivamente con los concomitantes más graves o medios sonará relativamente consonante, pero con escasa resonancia.<sup>255</sup>*

En efecto, un acorde con varios intervalos disonantes escrito en la tesitura media o aguda de un grupo de trompetas resultará mucho más estridente que si se escribe el mismo acorde para un conjunto de cuerda o para un coro. Ni que decir tiene que, si el mismo acorde se escribe para las trompetas con una dinámica en *fortissimo*, resultará mucho más violento todavía.



**Ilust. 17:** Acorde con disonancias.

Según Athos Palma, sobre la disposición de acordes de Séptima, Novena y Oncena:

---

<sup>255</sup> PERSICHETTI, Vincent: *op. cit.*



*Todas estas disposiciones no sujetas a leyes especiales son aceptables siempre que no sean destinadas a las voces humanas. La diversidad de timbres orquestales contribuye a suavizar los choques disonantes y los rinden atrayentes. Son, pues, combinaciones puramente instrumentales.*<sup>256</sup>

Los compositores y los arreglistas o instrumentadores tienen especial cuidado a la hora de escribir ciertos pasajes dependiendo de los timbres que estén utilizando. Es frecuente encontrar arreglos en los que se cambia el instrumento original por otro u otros sin tener en cuenta esto, empobreciendo el resultado final del arreglo.

En otros casos el desarrollo del instrumento proporciona que obras que fueron escritas para un instrumento antiguo, suenen diferentes en los instrumentos modernos. Valga como ejemplo un pasaje del primer movimiento de la Sonata para piano nº3 de L. van Beethoven compuesta entre 1794 y 1795.



**Ilust. 18:** Sonata nº 3 para piano de L. v. Beethoven.

El acorde la mano izquierda, en un piano moderno, más si es un piano de cola de concierto, suena potente, pero resulta algo confuso por la gran cantidad de resonancia que se acumula gracias a sus largas y gruesas cuerdas de acero entorchado con latón.

Si este mismo acorde se escucha en uno de los primeros fortepianos de Anton Walter, Johann Andreas Stein, Gottfried Silbermann o John Broadwood, etcétera, para

---

<sup>256</sup> PALMA, Athos: *Tratado completo de Armonía*, 3 Vol. Buenos Aires. Ricordi. 1944 – 1945.

los que Beethoven pensó y escribió esta obra, el acorde suena contundente y claro, con definición, aunque menos sonoro que en el piano moderno.<sup>257</sup>

En cuanto a la tesitura en la cual escribir una disonancia, Enric Herrera en su tratado *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna* en su capítulo XII sobre el Límite de los intervalos bajos dice:

*Debajo de esta nota (Fa2) los intervalos armónicos suenan oscuros y sólo los intervalos primeros de la serie armónica pueden usarse libremente, si no se desea caer en sonoridades imprecisas. Cada intervalo armónico, en la tesitura grave, tiene un límite que normalmente no debe superarse. (...) Casi nunca se producirán problemas con estos límites cuando una determinada técnica nos dé como resultado la fundamental o la quinta justa como voz más grave, ya que estas notas son los primeros sonidos concomitantes de la serie armónica.*<sup>258</sup>

*La oscura sonoridad producida por los intervalos armónicos en el registro grave, debe tenerse presente, no sólo entre las voces reales de una determinada sección, sino además, con la fundamental implícita del acorde. (...) En general, y no sólo en posición cerrada, no debe situarse una tensión más abajo del “fa2” que es el límite que determina los registros medios de los graves.*<sup>259</sup>

El método de Armonía de Berklee también menciona, aunque sin dar demasiadas explicaciones, esta situación:

*Generalmente, la posición para comenzar una estructura acordal viene determinada por el sonido; la mejor colocación para las notas del acorde (tercera y séptima) es entre el rango siguiente:*<sup>260</sup>

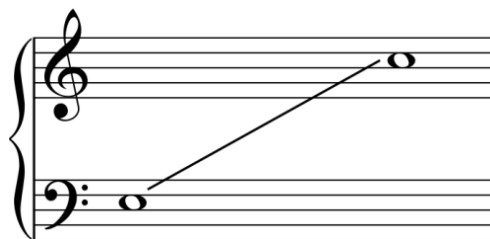
---

<sup>257</sup> Experiencia realizada con un piano Kawai K3 y un fortepiano vienés Anton Walter de 1791, copia realizada por Thomas Schueler en la que medí la intensidad y la sensación de confusión o claridad obtenidas. Ejemplo tomado de la primera edición de Viena de 1796.

<sup>258</sup> HERRERA, Enric: *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna*. Barcelona. Antoni Bosch. 1987.

<sup>259</sup> *Ibid.* Enric Herrera utiliza el sistema *francobelga* para designar los índices acústicos por oposición al sistema anglosajón en el que se denominaría fa3. Este último sistema fue normalizado en el 121º (centésimo vigésimo primer) encuentro de la ASA (Acoustical Society of America, Sociedad Acústica de Estados Unidos) en Nueva York, en 1939.

<sup>260</sup> NETTLES, Barrie: *Harmony*. 4 Vol. Berklee. Berklee College of Music. 1987. Traducción del autor del trabajo.



**Ilust. 19:** Rango de colocación de la Tercera y la Séptima.

Una de las razones de la oscuridad de las notas graves se produce por la cantidad de armónicos que nuestro oído es capaz de oír, que es mucho mayor que en las notas agudas, y que se sitúan en el rango de frecuencias que mejor escucha el ser humano. Debido a esto, esa oscuridad a la que se refiere Enric Herrera es la producida entre la mezcla de los primeros armónicos de las notas graves (que son los que más suenan después de la nota fundamental) que coinciden en posición con los armónicos de otras notas graves y las notas más agudas en una escritura polifónica. Por lo tanto, las tensiones producidas por determinados intervalos disonantes deberán, según él, situarse por encima del fa2.

Schoenberg explica así la importancia del bajo:

*(...) el sonido más grave del cuerpo sonoro, el bajo, por ser el más alejado del umbral de perceptibilidad, tiene unos armónicos más claros e intensos que cualquier voz superior. El efecto de estos armónicos es en todo caso menor que el de las voces armónicas, que cantan realmente y que incluso producen a su vez otros armónicos. Pero inconscientemente el oído, que abarca el sonido en su totalidad, percibe el efecto de los armónicos. (...) Pero si el estado del acorde no coincide con los armónicos del bajo, surgen choques entre los elementos que quedan por encima de él. Estos choques pueden ser percibidos como un obstáculo en el que el bajo, que tiene los armónicos más audibles, toma parte con fuerza predominante.*<sup>261</sup>

Se puede ver la importancia del bajo en los autores clásicos. Ya J. Ph. Rameau establece la base con teoría del bajo generador. También Descartes:

<sup>261</sup> SCHOENBERG, Arnold: *Armonía*. Madrid. Real Musical. 1992.

*(...) debe llenar lo más posible los oídos (...) suele avanzar por saltos; la razón es porque los grados se han inventado para aliviar la molestia que surge de la desigualdad de los términos de una consonancia.*<sup>262</sup>

Otra razón más científica, que explica y complementa a las anteriores, es la ofrecida por Calvo – Manzano:

*En la tesitura grave se producen con mucha facilidad pulsaciones,<sup>263</sup> debido a que entre un sonido y otro varía poco la frecuencia. Por esta razón, al orquestar se deben colocar los intervalos más grandes en la región grave, salvo que se quiera obtener un efecto de confusión.*<sup>264</sup>

Por esto es muy común en la escritura orquestal, así como en algunos instrumentos polifónicos como el piano o el órgano escribir los acordes graves separando sus notas ocupando más de una octava para que no pierdan definición, mientras que en los registros agudos las notas se tienden a juntar lo más posible para evitar que se pierda empaste y cuerpo en el acorde. Se puede hacer la comparación de la anterior sonata de Beethoven con cualquier obra de Chopin, Liszt o Rachmaninoff entre otros.

También la rítmica utilizada a la hora de escribir pasajes de acordes con intervalos disonantes puede aumentar la incisividad de éstos cuando se combinan además con dinámicas fuertes produciendo un efecto de sorpresa en el oyente, aunque en pasajes largos y repetitivos pueden ir perdiendo efectividad.

Las valoraciones sobre la intensidad de las disonancias de Zamacois son comunes para casi el total de los autores modernos que hablan sobre ello en sus tratados de Solfeo y Armonía. Estas valoraciones están basadas en la percepción auditiva por la sensación que producen esas situaciones interválicas, pero no hay que olvidar que estos tratados se apoyan firmemente, como se ha visto, en las antiguas teorías clásicas de la música fundamentadas en los conocimientos de las proporciones matemáticas, por lo tanto, las definiciones que se dan sobre los intervalos son muy similares. Sorprende ver que, en los nuevos tratados, ha desaparecido casi por completo la explicación de las

---

<sup>262</sup> DESCARTES, René: *op. cit.*

<sup>263</sup> Ver 5.1. Las pulsaciones y la banda crítica. p.223.

<sup>264</sup> CALVO – MANZANO, Antonio: *op. cit.*

proporciones matemáticas de los intervalos. Es posible que esta decisión se tomase por simplificar los libros de teoría musical, teniendo en cuenta el grado de complejidad que había alcanzado la música en el siglo XX. Por otro lado, el haber establecido las relaciones interválicas mediante el temperamento igual hacía accesorio el estudio pormenorizado de estas relaciones relegando este estudio a los tratados de acústica musical.<sup>265</sup>

---

<sup>265</sup> De los libros consultados me parece especialmente interesante el libro de Vicent Persichetti porque está escrito, casi exclusivamente, sobre la práctica musical del siglo XX y no sobre la teoría musical. Analiza las técnicas compositivas de las obras de su tiempo que servirán de punto de partida y sentarán las bases de nuevas teorías musicales, nacidas de la música práctica, para futuros compositores.

## **4. LA DISONANCIA EN EL SIGLO XX**



Ígor Fiódorovich Stravinsky<sup>266</sup> (1882 – 1971) reflexiona así sobre la dualidad consonancia – disonancia:

*La consonancia, según el diccionario, es la fusión de varios sonidos en una unidad armónica. La disonancia es el resultado de la alteración de esta armonía por la adición de sonidos extraños. Hay que declarar que todo esto no está muy claro. Desde que aparece en nuestro vocabulario esta palabra, disonancia, trae consigo cierta sensación de algo pecaminoso.*

*Aclaremos: en el lenguaje escolar, la disonancia es un elemento de transición, un complejo o un intervalo sonoro que no se basta a sí mismo y que debe resolverse para la satisfacción auditiva, en una consonancia perfecta.*

*Pero del mismo modo que el ojo completa, en un dibujo, los rasgos que el pintor conscientemente ha omitido, el oído puede ser solicitado igualmente para que complete un acorde y proporcione una resolución no efectuada. La disonancia, en este caso, tiene el valor de una alusión.*

*Todo esto supone un estilo en el que el uso de la disonancia nos obliga a buscar constantemente la satisfacción en el reposo (...) la disonancia se ha emancipado, y ya no está unida a su antigua función. (...) no prepara ni anuncia nada. La disonancia no es ya un factor de desorden, como la consonancia no es, tampoco, una garantía de seguridad.<sup>267</sup>*

---

<sup>266</sup> Se puede encontrar también escrito Stravinski, Strawinski, Strawinsky, o Stravinskii.

<sup>267</sup> STRAVINSKI, Ígor: *Poética musical*. Barcelona. Acantilado. 2006. p.41.



#### 4.1. ¿Por qué la atonalidad?

Antes de continuar, sería conveniente definir el concepto de tonalidad y atonalidad, para ello he seleccionado una breve definición de Ernst Krenek:

*La música organizada técnicamente en torno a las tonalidades mayores y menores es llamada 'música tonal'. La música no organizada por medio de tales artificios puede ser llamada 'atonal', término aplicado en particular a la música del siglo XX, en tanto ésta carezca de los criterios de tonalidad en el sentido que acabamos de exponer.*<sup>268</sup>

Cuando habla Krenek de organización a través de *artificios*, lleva a deducir que la música, como arte, se ha servido siempre de una serie de plantillas dependiendo de la estética del momento. Ya se ha visto muchas de esas plantillas en las cuales se organizan los sonidos, su orden y su colocación. La música atonal se libera y prescinde de todas las reglas de organización vigentes en la música tonal. Esto conduce a la pregunta que se hace después Krenek: “*Si la tonalidad es un medio, ¿Cuál es, entonces, la finalidad hacia la cual apunta la tonalidad?*”<sup>269</sup>

Alberto Mazzucato (1813 – 1877) estableció en cinco principios las leyes en las que se basa la tonalidad:<sup>270</sup>

1.- *Doble principio armónico*: Por él se establecen los dos acordes perfectos, mayor y menor, acordes tipo de los dos modos de nuestra música. El acorde perfecto es un elemento trino y único. Trino, porque está formado por tres sonidos; único, porque los tres sonidos se funden en una sola individualidad.

2.- *Centro o fuerza tonal*: El centro tonal ejerce la misma fuerza de atracción en la tonalidad que la fuerza centrípeta en la Física, revelando la potencia unificadora del alma. Todos los pueblos han reconocido esa facultad de preferir, en medio de las más intrincadas combinaciones sonoras, una nota que caracterizase el conjunto. Todas las tentativas modernas que al parecer procuran

---

<sup>268</sup> KRENEK, Ernst: *Autobiografía y estudios*. Madrid. Rialp. 1965, p.106.

<sup>269</sup> *Ibíd.*

<sup>270</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. pp.140 – 144.

destruir nuestra tonalidad, nacen de considerar incompleto nuestro sistema bimodal con sus posibles transportes, y en realidad encierran en el fondo la aspiración confusa de alcanzar una tercera etapa, aún no lograda, en la ampliación tonal, cual es la de hallar la unidad melódica y armónica a través de la perdida riqueza de todas las variedades diatónicas con relación a la unidad tónica y tónico-armónica en cada una de ellas.

3.- *Superposición simétrica del principio armónico*: Se obtiene tomando la tónica como centro armónico y colocando simétricamente dos Quintas: una superior y otra inferior. De esta manera, la tónica queda centrada entre la subdominante y la dominante, marcándose la relación entre los tres grados fijos y fundamentales, que constituyen el nudo armónico y el centro de actividad del sistema tonal. El acorde perfecto mayor se funda en el fenómeno natural de resonancia, pues consiste en superponer a un sonido sus armónicos 3 y 5, únicas notas diferentes del sonido fundamental que se encuentran en los seis primeros armónicos de su serie, aceptados hasta ese número como consonantes. Si sobre la tónica, la dominante y la subdominante de cualquier tono se forman sus tres acordes perfectos mayores, nos proporcionan las siete notas de la escala, apareciendo duplicadas la tónica y la dominante.

4.- *Inercia fónica*: Consiste en la marcada tendencia que tienen todas las notas alteradas a resolver en el mismo sentido en que se alteran. El principio de inercia fónica preside la buena marcha de las voces, y en él se fundan los denominados acordes alterados y la resolución normal de las notas cromáticas atractivas.

5.- *Tendencia fónica cadencial hacia el grave*: consiste en la propensión que se tiene a resolver hacia la nota más grave todas las cadencias, buscando que el bajo realice un movimiento descendente. Este principio halla su apoyo físico en la predisposición del instinto humano a referir todos los sonidos a la fundamental de una serie armónica que se manifiesta como la tónica correspondiente, en la región más grave.

Rudolph Reti hace referencia al legado que la tonalidad ha dejado en la historia de la música y su lógica evolución posterior:

*(...) no se pueden olvidar las riquezas y maravillas, insuperadas en toda la historia de la música, que fueron creadas mediante dicho sistema durante los tres siglos aproximadamente en que prevaleció su dominio. Finalmente, no obstante, del mismo modo que los imperios se desmoronan, una época es reemplazada por otra.*<sup>271</sup> Y añade, más adelante: *“la tonalidad armónica (...) la consideraron frecuentemente como la más natural y más verdadera y eterna base de la composición musical. Cuando llegó a ser tan excesivamente explotada que la mente y el oído de los músicos sintieron la necesidad de buscar algo nuevo.*<sup>272</sup>

Walter Piston habla de la necesidad psicológica del cambio de tonalidad:

*(...) los compositores del periodo de la práctica común parecen haber estado de acuerdo en que resulta indeseable estéticamente para una pieza de música permanecer en una única tonalidad, a no ser que sea muy corta. Todas las composiciones de cierta longitud incluyen notas que no pertenecen a la escala diatónica básica y por lo menos un cambio de tonalidad (...) La modulación representa la condición dinámica de la tonalidad (...) es por tanto un aspecto de la forma musical. Es un elemento de variedad, pero también de unidad, cuando el equilibrio entre las tonalidades se emplea como recurso para mantener la tonalidad principal.*<sup>273</sup>

Para el oyente estas tonalidades mantienen una relación compositiva que da unidad a la composición cuando regresa a la tónica.

La modulación es otra nueva vía para buscar nuevos caminos de expresión que lleva a los compositores a experimentar nuevas formas de hacer música, ampliando enormemente las secuencias tonales basadas en las cadencias perfectas de V-I ya establecidas anteriormente por Rameau. Siguiendo este proceso, la tonalidad pierde fuerza para convertirse en una progresión continua de tonalidades errantes con una armonía ampliada y melodías infinitas que lleva de un centro tonal a otro, pero sin descansar realmente en ninguno.

---

<sup>271</sup> RETI, Rudolph, *op. cit.* p.37.

<sup>272</sup> *Ibíd.* p.46.

<sup>273</sup> PISTON, Walter: *op. cit.*

Diether de la Motte establece en Franz Liszt el fin de la teoría de la armonía:

*Liszt inventa acordes y enlaces armónicos y utiliza también material melódico. (...) La teoría de la armonía ha llegado a su fin, y hay que darle el relevo a la interpretación armónica en forma de un reconocimiento de situaciones concretas.*<sup>274</sup>

Liszt utiliza un nuevo tratamiento de la disonancia porque ninguna nota tiene necesidad de resolución y se abandona la tradición de relacionar acordes por funciones, ya no se puede hablar de una tonalidad principal pero sí de centros tonales que son introducidos de manera inusual y sin ninguna función ni expectativa. Utilizar la tonalidad dentro de la atonalidad. La tensión tónica – dominante que determinó la cadencia del clasicismo deja paso al acorde de séptima disminuida, la triada aumentada y el uso del tritono que permiten una liberación del lenguaje clásico.

Según Enrico Fubini:

*Liszt afronta el problema que más a pecho se tomó: ante todo, la renovación de la forma. Berlioz es el símbolo de esta rebelión contra el pasado: ha trastornado con sus creaciones la estructura de la sinfonía clásica; (...) aun así 'el artista debe buscar lo bello fuera de las reglas de escuela, sin temor a sentirse después desilusionado'. Evidentemente, las simpatías de Liszt son para quien viola las reglas y no se apoya, inerte, en la tradición.*<sup>275</sup>

El ideal del músico romántico es unir todas las artes en la música disolviendo los límites entre ellas para conseguir una expresividad más completa y para Liszt, la música programática<sup>276</sup> responde a este ideal mostrándose como el elemento revolucionario capaz de renovar la forma tradicional.

*(...) la concepción de la música como expresión de lo infinito, de la idea bajo la forma del sentimiento, como lenguaje privilegiado capaz de expresar cuanto con el lenguaje común era inexpresable, gracias precisamente a su asemantividad (...)*<sup>277</sup>

---

<sup>274</sup> DE LA MOTTE, Diether: *Armonía. op. cit.*

<sup>275</sup> FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la antigüedad hasta el siglo xx*. Madrid. Alianza. 2002.

<sup>276</sup> Ver 6.5.2. La música programática. p.284.

<sup>277</sup> FUBINI, Enrico: *op. cit.*

Alemania y Francia fueron los centros europeos donde comenzó a darse esta evolución que conduciría inevitablemente a la atonalidad.

Wagner presenta una propuesta original que se convertirá en la referencia para toda la cultura romántica. La concepción wagneriana del arte y la música no se aleja mucho de la de Liszt, aunque la idea de Wagner es más compleja y artificiosa, ya que su búsqueda de la *Gesamtkunstwerk*, o sea la obra de arte total, como encuentro de todas las artes es el centro de su pensamiento que se plasma en el drama wagneriano.

*Tristan e Isolde* (1857 – 1859) de Richard Wagner (1813 – 1883) es, quizá, la innovación más notable que culmina la última parte del proceso evolutivo desde que se asentó la tonalidad. Este proceso era el núcleo central de las necesidades psicológicas del drama que Wagner pretendía, aunque, fuera del contexto del lenguaje armónico cromático, la conducción de las voces es completamente clásica.

Los compositores que trabajaron entre 1890 y 1910 experimentaron una fuerte unión con la tradición wagneriana y son los compositores que representan el enlace con el siglo XX. Se habla de: Gustav Mahler, Richard Strauss, Max Reger,<sup>278</sup> Claude Debussy, Maurice Ravel, Giacomo Puccini, Alexander Scriabin, Jean Sibelius y Leos Janáček. No todos se sintieron plenamente unidos al ideal Wagneriano (algunos lo criticaron), pero es la generación que rompe con las antiguas tradiciones imponiendo nuevos ideales estéticos.

En Francia, el término *impresionismo* se acuñó en 1874 después de una exposición en la que se mostraba por primera vez un cuadro de Oscar – Claude Monet (1840 – 1926): *Impression: soleil levant*. Lo conforma la generación de compositores franceses posteriores a Louis – Hector Berlioz (1803 – 1869), como Emmanuel Alexis Chabrier (1841 – 1894), Gabriel Fauré (1845 – 1924), Claude Debussy (1862 – 1918) y Joseph Maurice Ravel (1875 – 1937). Las características musicales de este estilo son los temas extramusicales, la orquestación contenida buscando la difuminación, la armonía imprecisa de una sensualidad y color refinados, las armonías por cuartas, uso de notas añadidas, escalas de tonos enteros, pérdida de la sensación tonal, vuelta al uso de modos antiguos con uso de ritmos y melodías al modo arabesco.

---

<sup>278</sup> Max Reger escribió un interesante libro pedagógico sobre la modulación desde el punto de vista práctico y analítico. *Contribuciones al estudio de la modulación* publicado por Real Musical Madrid en 1978.

Walter Piston considera que Debussy creó un lenguaje revolucionario con métodos difíciles de definir, con una lógica tonal propia que no depende del contrapunto ni de las relaciones sistemáticas de la tonalidad clásica sino del establecimiento de centros tonales mediante el uso de escalas diatónicas y modales y armonías por Cuartas, Quintas y poliacordes. Los poliacordes son el resultado de la combinación de dos o más triadas, o de otros acordes simples. Se utiliza con combinaciones de acordes relativamente lejanos. Reti dice, sobre la armonía de Debussy, que contrasta con los acordes atonales:

*(...) que superficialmente parecen más audaces, pero no representan verdaderos organismos musicales, estas armonías bi o tritonales contienen el elemento verdaderamente revolucionario y positivamente nuevo consistente en simultanear la audición de varias tónicas.*<sup>279</sup>

Añade que en este complejo de tonalidades simultáneas:

*(...) el oído localiza instintivamente las tónicas, y conecta cada una de ellas a cada frase sucesiva con la cual pueden establecer una relación de parentesco tonal con pleno sentido.*

Estas uniones de armonías primitivas bi o tritonales que Reti encuentra en Debussy, se vuelven más complejas dando lugar a elaboradas combinaciones horizontales de diversas tonalidades que expresan un principio diferente a la música atonal. Estas combinaciones se pueden encontrar en Darius Milhaud (1892 – 1974) e Ígor Stravinsky (1882 – 1971).

A principios del siglo XX la música occidental está sufriendo profundas transformaciones en las que no sólo se cuestionan los principios melódicos y armónicos tradicionales, sino que se incorporan elementos nuevos en el lenguaje musical. Se produce una quiebra progresiva del sistema tonal que había predominado durante los dos siglos anteriores y daría lugar a la búsqueda de nuevas formas de expresión mediante la experimentación.

El Expresionismo se gesta en la primera década del siglo XX derivado de la evolución de las ideas románticas. El tema fundamental es el hombre no idealizado,

---

<sup>279</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.* p.95.

aislado, preso de conflictos interiores, tensiones, ansiedades y temores en rebelión contra el orden establecido y las formas aceptadas. La temática en la que se desenvuelven estas obras recuerda de alguna manera al Verismo italiano, donde la crudeza de las situaciones supera y sobrepasa al ser humano. Sin embargo, el lenguaje de las obras expresionistas está mucho más evolucionado que el romántico, adentrándose completamente en la atonalidad basada en el cromatismo. Es un cúmulo de sentimientos encontrados que utilizan modos de expresión revolucionarios. Los máximos exponentes de esta corriente son Arnold Schoenberg y Alban Berg (1885 – 1935). Las obras *Erwartung*, *Die glückliche Hand* y *Pierrot lunaire* son las más representativas de esta corriente y en ellas no se ha buscado la belleza, sino que se han utilizado los medios más provocativos para transmitir el particular complejo de pensamientos, sentimientos y emociones.

Donald Grout y Claude Palisca describen así esa búsqueda de nuevas formas:

*Gran parte de la música postromántica ya tendía al atonalismo comenzando esa búsqueda. La introducción de un cromatismo explícito, que inundaba líneas melódicas y progresiones de acordes, dio como resultado pasajes en los que la tonalidad quedaba diluida por un momento dentro de un marco tonal. Todo esto llevó al uso de las doce notas de la escala cromática sin ningún tipo de jerarquía, con libertad para utilizarlas en cualquier combinación formando acordes nuevos y de sonoridad independiente. Es lo que llamó Arnold Schönberg ‘emancipación de la disonancia’.*<sup>280</sup>

En efecto, el contrapunto cromático fue ganando en complejidad en el que el elemento armónico fue debilitándose, hablando en el sentido clásico, hasta que con la tonalidad acabó desapareciendo por completo (1907), dejando en su lugar un cromatismo denso en el que las doce notas de la escala funcionaban por igual dentro del discurso y las tensiones se producen por los continuos choques de intervalos disonantes entre las voces que producen, verticalmente hablando, armonías complejas creando una atmósfera de sensaciones nuevas no conocidas hasta ahora. Quizá una de las mayores aportaciones de este tipo de lenguaje consiste en considerar los acordes como elementos únicos y completos dentro de un contexto sonoro complejo, esto es, eliminar por

---

<sup>280</sup> GROUT, Donald; PALISCA, Claude: *Historia de la música occidental*, Vol. 2, Madrid. Alianza Música. 1990.

completo la tradición de preparar y resolver las tensiones acordales y los intervalos disonantes en dichos acordes.

El paso de la tonalidad a la atonalidad no fue fácil. Casanovas y Puig explica que, al final de la I Guerra Mundial en 1918, se cae en la cuenta de que la tonalidad comenzaba a escorar. Con el atonalismo se produjo un intento de recomenzar en forma de *neoclasicismo*:

*Tales neoclasicismos no fueron otra cosa que intentos de salir del paso con fórmulas tradicionales, rellenas de un lenguaje aparentemente atonal porque (...) en el fondo no se trató más que de una serie de obras en las que su supuesto atonalismo no pasaba de ser una fuerte dosis de disonancias sobreañadidas y con frecuencia insinceras.*<sup>281</sup>

Para él, este proceso de paso de la tonalidad a la atonalidad, con la consiguiente liberación de ciertas inhibiciones, trajo un “*vasto movimiento de transición de signo eminentemente negativo.*”<sup>282</sup> Es una fase en la que el cerebro tira del corazón sin que este pueda aún seguirle del todo.

La creación del Dodecafonismo por Arnold Schoenberg en 1921 daría lugar a la Segunda Escuela de Viena<sup>283</sup> que supuso, quizá, la ruptura más importante de todos los sistemas armónicos y melódicos establecidos hasta el momento, “*con una posición crítica y negativa ante la tonalidad.*”<sup>284</sup> Utiliza los doce sonidos en que se divide la octava sin ningún tipo de jerarquía, solamente utilizando una serie de esos doce sonidos que establece una colocación determinada en el transcurso de la obra y que puede variar durante la obra. No obstante, no es la primera corriente atonal que apareció ya que antes ya se había experimentado con sistemas atonales.

Schoenberg da una serie de pautas para renovar el lenguaje musical:

---

<sup>281</sup> KRENEK, Ernst: *Autobiografía y estudios*. Madrid. Rialp. 1965. Estudio previo por José Casanovas y Puig.

<sup>282</sup> *Ibíd.* Casanovas y Puig cita varias obras de Paul Hindemith, Arthur Honneger e Ígor Stravinsky que considera una *amalgama rígida y fría de obstinatos rítmicos, de dilatadas progresiones, de crescendos dosificados, de orgía sonora.*

<sup>283</sup> La Primera Escuela de Viena estaría formada por: Joseph Haydn, Wolfgang Amadeus Mozart y Ludwig van Beethoven. La Segunda Escuela de Viena estaría formada por: Arnold Schoenberg, Alban Berg y Anton Webern (1883 – 1945).

<sup>284</sup> Extraído del estudio previo escrito por José Casanovas y Puig del libro de KRENEK, Ernest: *op. cit.*



- La serie de los armónicos superiores incluye las disonancias que sólo tienen diferencias graduales con las consonancias. El progreso lleva a la inclusión de todos estos intervalos en el sistema para que no haya distinción entre consonancia y disonancia.
- La existencia de acordes con más de seis sonidos desborda las posibilidades de la armonía tradicional, exigiendo un sistema que los pueda incluir.
- Igualmente, las notas extrañas y los acordes errantes muestran un fallo en el sistema tonal que no puede absorberlos.
- El método de superposición de terceras aun acudiendo a los acordes alterados es insuficiente para encuadrar todo el material acórdico.
- La evolución de un estilo musical depende de la explotación sistemática de las posibilidades. De ahí que la combinatoria basada en las escalas mayor y menor esté agotada.
- La altura es una dimensión del timbre mismo, de esta forma parte la idea de valorar tímbricamente las alturas en la melodía de timbres<sup>285</sup> quedando barrida la vieja noción de instrumentación. En palabras de Schoenberg sobre el timbre:

*No puedo admitir incondicionalmente la diferencia entre altura y timbre tal y como suele exponerse. Pienso que el sonido se manifiesta por medio del timbre, y que la altura es una dimensión del timbre mismo. El timbre es, así, el gran territorio dentro del cual está enclavado el distrito de la altura. La altura no es sino el timbre medido en una dirección. Y si es posible, con timbres diferenciados sólo por la altura, formar imágenes sonoras que denominamos melodías, sucesiones de cuyas relaciones internas se origina un efecto de tipo lógico, debe ser también posible, utilizando la otra dimensión del timbre, la que llamamos simplemente 'timbre', constituir sucesiones cuya cohesión actúe con una especie de lógica enteramente equivalente a aquella lógica que nos satisface en la melodía constituida por alturas. Esto parece una fantasía de anticipación y probablemente lo sea. Pero creo firmemente que se realizará. Y creo firmemente que contribuirá de una manera extraordinaria a aumentar el goce sensible, espiritual y anímico que el arte ofrece.*

---

<sup>285</sup> La idea de crear una idea musical compartida entre varias voces no es nueva en la historia de la música. El *hoquetus* es una técnica rítmica lineal que consiste en la alternancia de la misma nota, altura o acorde. En la Edad Media, era una melodía que se compartía de forma alternativa entre las diferentes voces de una obra, normalmente dos, de manera que cuando una voz cantaba sus notas, el resto permanecían calladas hasta que alguna de ellas recogía la línea melódica y la anterior permanecía en silencio. Esta técnica fue característica de la música de los siglos XIII y XIV y se dio por primera vez en algunos conductus y motetes. Fue predominante en la música sacra de la Escuela de Notre Dame, durante el Ars antiqua. En: [<https://es.wikipedia.org/wiki/Hoquetus>]. Consultado en diciembre de 2016.

*Creo firmemente también que esto nos acercará a lo que nuestros sueños nos reflejan; que ensanchará nuestras relaciones con aquello que hoy nos parece inanimado, dando vida con nuestra vida a lo que por ahora está muerto para nosotros sólo porque nuestros vínculos con ello son mínimos. (...) ¡Melodías de timbres! ¡Qué finos serán los sentidos que perciban aquí diferencias, qué espíritus tan desarrollados los que puedan encontrar placer en cosas tan sutiles! (...) ¡Y quién se atreve aquí a aventurar teorías!*<sup>286</sup>

En palabras del propio Schoenberg:

*El método de composición con doce sonidos no ha sido introducido por mí como un estilo que es necesario emplear exclusivamente, sino como un intento de reemplazar las cualidades funcionales de la armonía tonal. (...) La principal utilidad de la 'serie' es unificar los motivos y dar una mayor lógica a los sonidos que suenan simultáneamente.*<sup>287</sup>

La idea de Schoenberg era, principalmente, poder utilizar un sistema que anulase cualquier relación tonal que pudiera aparecer o insinuarse al oído, creando una firme base técnica, articulando un verdadero lenguaje atonal reemplazando una fuerza estructural por otra. Aunque la concepción del progreso o futuro musical en Schoenberg es compleja, es lógico pensar que estas teorías formaron la base para corrientes como el microtonalismo y la música tímbrica basadas, en muchas ocasiones, en alturas relativas medidas en frecuencias (Hz) y no en distancias por semitonos. Se verá más adelante que la concepción basada en romper las barreras entre la consonancia y la disonancia no va a ser tan fácil.

Ígor Stravinsky, aunque no comparte la corriente dodecafónica, defiende así a Schoenberg:

*Cualquiera que sea la opinión que se tenga sobre la música de Arnold Schönberg –para citar el ejemplo de un compositor que evoluciona sobre un plan esencialmente distinto del mío, tanto por estética como por técnica–, cuyas obras han provocado a menudo violentas reacciones o sonrisas irónicas, es imposible que un espíritu honrado y provisto de una verdadera cultura musical deje de notar que el autor*

---

<sup>286</sup> SCHÖNBERG, Arnold: *Armonía*. Madrid. Real Musical. 1974. Cap.XXII.

<sup>287</sup> Carta escrita a Mr. Leibowitz el 1 de octubre de 1945.

*de Pierrot lunaire es cabalmente consciente de lo que hace y que no engaña a nadie. Ha creado el sistema musical que le convenía, y en ese sistema es perfectamente lógico consigo mismo y perfectamente coherente. No se puede llamar cacofonía a una música por el mero hecho de que no agrade.*<sup>288</sup>

Por supuesto no sólo es romper armónicamente con lo pasado, sino que lo extiende a todo lo que se considere una forma de orden musical. La forma desaparece tal y como se conoce al considerarla únicamente un medio auxiliar. Para Schoenberg, el artista no crea por razones de belleza sino por una necesidad de crear, y la inteligibilidad y la claridad no son condiciones que el artista necesita incluir en una obra sino condiciones que el espectador necesita ver satisfechas.

De la extensión del principio de series de Schoenberg hacia otros elementos de la música como la duración, la intensidad, el timbre, la textura, etcétera, nació en 1950 el Serialismo Integral. Las series se podían concebir de forma independiente o derivarse de una única serie aritmética hacia un punto de control total de todos los elementos de la partitura, aunque su relación debía ser musicalmente racional para evitar la sensación de aleatoriedad. Los principales exponentes que en algún momento utilizaron este sistema fueron: Milton Babbitt, Olivier Messiaen y Pierre Boulez que utilizó el serialismo integral de forma más relajada y sin tanta rigidez en sus reglas.

Athos Palma al hablar sobre la evolución de la música en el siglo XX dice:

*(...) es necesario tener presente, que el compositor contemporáneo ha logrado las nuevas fórmulas porque ellas constituyen la lógica consecuencia del largo camino recorrido en la historia del arte.*<sup>289</sup>

Y Ottó Károlyi añade:

*Se podría decir que a principios del siglo XX la música atonal era el único horizonte posible. De hecho, parece haber representado el caótico callejón sin salida del pensamiento cromático, que es como el propio Schoenberg lo contempló, con preocupación.*<sup>290</sup>

---

<sup>288</sup> STRAVINSKI, Ígor: *Poética musical*. Barcelona. Acantilado. 2006. p.24.

<sup>289</sup> PALMA, Athos: *Tratado de armonía*, Vol. 3. Buenos Aires. Ricordi. 1945.

<sup>290</sup> KÁROLYI, Ottó: *Introducción a la música del siglo XX*. Madrid. Alianza Música. 2000.

José Casanovas y Puig dice sobre el atonalismo:

*Se da en este caso la especial circunstancia de que, a diferencia de otros 'ismos' (...), no nos hallamos ante una dirección simple y concreta. Podríamos decir que el atonalismo no constituyó ninguna nueva enfermedad, sino un síntoma común y característico de una serie de auténticos procesos patológicos definidos (...) Y esa desaparición más o menos radical del valor tonal, no es otra cosa que el síntoma externo más visible y generalizado en la música toda, conforme ha ido avanzando nuestro siglo.*<sup>291</sup>

Parece que la música atonal fue una consecuencia lógica del extremo cromatismo que se utilizaba en el romanticismo tardío. Es necesario entender lo siguiente en las palabras de Károlyi:

*Merece la pena recordar que los periodos estilísticos suelen solaparse unos con otros. En el momento más intenso del romanticismo ya emergían y coexistían el simbolismo, el impresionismo e incluso algunas tendencias antirrománticas. Vivir en un siglo determinado no quiere decir necesariamente que uno viva estilísticamente sintonizado con el siglo.*<sup>292</sup>

Esto también fomentó el eclecticismo que se vivió durante todo el siglo XX.

---

<sup>291</sup> KRENEK, Ernst: *Autobiografía y estudios*. Madrid. Rialp. 1965, Estudio previo escrito por José Casanovas y Puig p.11.

<sup>292</sup> KÁROLYI, Ottó: *op. cit.*

## 4.2. La evolución instrumental

Las nuevas posibilidades de los instrumentos, gracias al gran desarrollo en la construcción,<sup>293</sup> unido a la mejora de la técnica de los músicos, permiten a los compositores buscar nuevos límites al margen de las teorías antiguas. En efecto, el desarrollo de los instrumentos no sólo permite interpretaciones más exactas y afinadas, sino que permite también el virtuosismo de la época Romántica, algo similar a lo que ocurrió en el Barroco por razones similares. Estos cambios afectaron en gran medida al timbre instrumental: sustitución de las cuerdas de tripa por cuerdas de acero en los instrumentos de cuerda; cuerdas más largas, gruesas y tensas en el piano y la sustitución paulatina de la lana prensada por el fieltro en los macillos, cada vez más gruesos y pesados movidos por mecánicas más potentes; cambios en los instrumentos de viento, introducidos por Theobald Boehm (1794 – 1881),<sup>294</sup> que permiten mayor dominio del instrumento; estandarización del uso de bombas y pistones en el viento metal, unido al desarrollo de boquillas y embocadura; mejoras en timbales con la introducción del pedal de afinación e introducción de diversos instrumentos de percusión. Estos avances permitieron la facilidad en el uso de la escala cromática, y con ello el poder modular a tonalidades lejanas sin grandes problemas técnicos ni de afinación.<sup>295</sup>

Todo esto va a generar una nueva concepción en la instrumentación orquestal, que ya empezara Ludwig van Beethoven a principios del siglo XIX, modificando el color de la textura musical. Esta tendencia a ensanchar la paleta de colores orquestales ha persistido hasta nuestros días. No obstante para Ferruccio Busoni (1866 – 1924) estos cambios instrumentales no son suficientes para hacer frente a la velocidad a la que avanzaba la música a principios del siglo XX:

*De repente un día me pareció verlo claro: la música no avanza por culpa de nuestros instrumentos. Los compositores no avanzan por el estudio de las partituras. Si ‘crear’ como lo he definido significa ‘formar de la nada’ (y no puede significar otra cosa); si la música (esto también lo he dicho ya) debe aspirar a volver a la*

---

<sup>293</sup> Recordar que es en esa época cuando el piano, instrumento rey del Romanticismo, alcanza su mayor logro gracias a la incorporación del marco de hierro fundido en una sola pieza entre 1850 y 1860.

<sup>294</sup> Año 1832.

<sup>295</sup> Recordar la dificultad de algunos pasajes orquestales, en instrumentos como la trompa o el clarinete, en las obras de Richard Strauss de la primera mitad del siglo XX.

*‘originalidad’, esto es, a volver a su propio y puro ser (un ‘volver’ que en realidad sería el verdadero ‘avanzar’); si la música se desprende de las convenciones y fórmulas como si se tratara de ropa vieja y resplandece en bonita desnudez; a este anhelo lo frenan de momento los instrumentos musicales. Los instrumentos están encadenados a sus dimensiones, al modo en que suenan y a sus posibilidades de ejecución, y sus cientos de cadenas encadenan también a quien quiere crear. (...) de modo que en cada obra nueva e independiente toma forma necesariamente, una y otra vez, la misma representación del sonido y hasta el compositor más independiente se ve arrastrado dentro y fuera de algo que no se puede cambiar.*<sup>296</sup>

---

<sup>296</sup> BUSONI, Ferruccio: *Esbozo de una nueva estética de la música*. Sevilla. Doble J. 1916. Escrito en 1907.

### 4.3. El microtonalismo

La escala se amplía y el semitono deja de ser la unidad mínima, cosa que uniría esta nueva corriente con las teorías antiguas sobre los temperamentos. El problema que se plantea es que la división microinterválica requiere instrumentos nuevos o la alteración de la técnica en instrumentos ya existentes, como serían los instrumentos de cuerda y algunos de viento. La llegada de la electrónica ha posibilitado la ejecución real de estas nuevas teorías.

En su Esbozo de una nueva estética de la música, Ferruccio Busoni hace uno de los primeros intentos de sentar las bases de una nueva estética y técnicas de la música del siglo XX. En él pide que la música se libere de los moldes tradicionales abriéndose a nuevas posibilidades. Busoni no escribió música microtonal, pero creó una teoría en la que dividía la octava en 36 partes. La inclusión del séptimo armónico que marcaba el límite entre consonancia y disonancia hará que se empiece a diluir la distinción entre éstas. Recordando las palabras de Christiaan Huygens,<sup>297</sup> no es que el número 7 no pueda engendrar ninguna consonancia, simplemente es que no son compatibles con las establecidas ni son tan buenas.

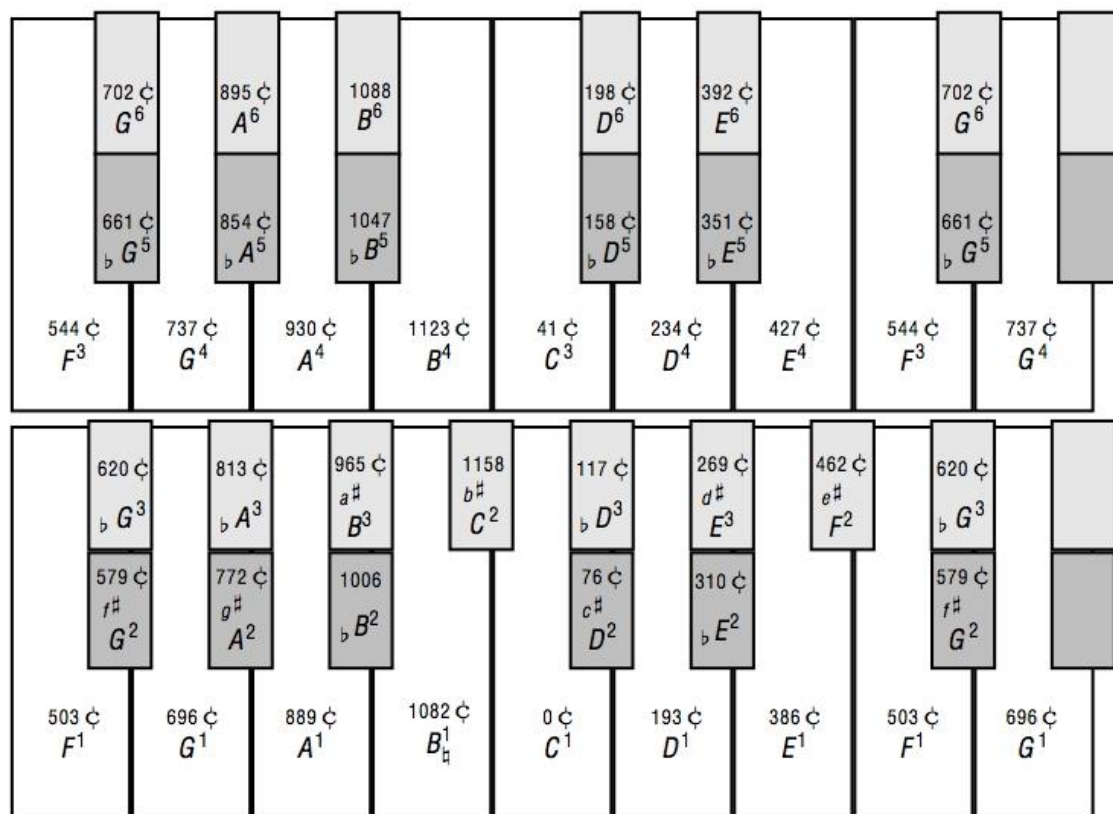
Estas teorías no son nuevas ya que hacia el año 1550 surgió en Italia un interés por la música cromática que fue motivado por la investigación de los géneros y modos griegos. Este movimiento se llamó *música reservata*. Nicolà Vicentino (1511? – 1577?) a finales del siglo XVI, intentó revivir el sistema cromático y enarmónico griego adaptado a la práctica moderna basado en la división de la octava en 31 partes iguales.

En 1555 Vicentino publicó su obra *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* (Música antigua adaptada a la práctica moderna)<sup>298</sup> donde explicaba la forma en la utilizaba los géneros griegos. Para ello creó un archicémbalo que tenía 36 teclas por octava. Gracias a este tipo de teclado, se solucionaba el problema de tocar música en temperamentos como el mesotónico, ya que permite que las terceras y las sextas tengan una afinación mucho más natural. Esta obra fue de gran influencia en los posteriores músicos madrigalistas.

---

<sup>297</sup> Ver 3.8. El caso del intervalo de Cuarta p.162.

<sup>298</sup> VICENTINO, Nicolà: *L'antica musica ridotta alla moderna prattica*. Roma. Antonio Barre. 1555.



**Ilust. 20:** Distribución del Archicémbalo de N. Vicentino.





**Part. 1:** *Musica prisca caput* (1555) del Libro tercero Cap. LIII. de N. Vicentino.

La llegada del temperamento igual cerró uno de los capítulos de la historia de la música que más controversia había creado, ganando la practicidad sobre la complejidad de los sistemas regulares. De todas las corrientes microtonales, la que más éxito ha tenido viene derivada del temperamento igual, dividiendo el semitono en dos partes iguales llamadas cuartos de tono. Esta corriente es la única que tiene representación gráfica en nuestro sistema de notación. (Recordemos, no obstante, el género enarmónico del sistema musical griego).

Con la llegada de la electrónica, las posibilidades se abren exponencialmente permitiendo un control absoluto del sonido. Desde el año 1986, con la estandarización de los sistemas MIDI,<sup>299</sup> la escritura microtonal se puede establecer de forma numérica dependiendo, en parte, de las posibilidades de los sintetizadores. Según Goldáraz Gaínza:

<sup>299</sup> *Musical instruments digital interface*. Interfaz digital de instrumentos musicales.

*El problema es que una notación puramente numérica no ofrece una visión 'cualitativa' de las características melódicas, armónicas o de cualquier otro tipo, en cualquier caso musicales, del sistema utilizado.*<sup>300</sup>

Quizá la razón es que la nueva estética musical no busca esas características en la música como se entendieron antiguamente. Continúa:

*El mundo de los ordenadores ha revolucionado también el timbre musical, que ahora se abre a expectativas nuevas y exige nuevas notaciones o metanotaciones.*

A partir de los años 60 y 70 renació esta corriente en Rusia con interés por el temperamento de cuartos de tono de la mano de compositores como Alfred Schnittke o Sofía Gubaidulina. Pierre Boulez, Iannis Xenakis, György Ligeti o Witold Lutosławski.

---

<sup>300</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.* p.226.

#### 4.4. La ruptura con el oyente y la búsqueda de nuevos timbres

Se ha hablado de la necesidad de evolución de la música y de la manera vertiginosa en la que se suceden los acontecimientos en el siglo XX. Es difícil saber si la capacidad de aceptación a las sensaciones auditivas que produce la música del siglo XX, hoy en día, necesitaría más tiempo para asentarse y que las personas, instruidas o no en música, pudieran llegar a apreciar las nuevas sonoridades que conforman las nuevas manifestaciones estéticas que abundan en el siglo XX. Sin embargo la velocidad a la que se han sucedido los cambios no ha permitido crear una costumbre a la disonancia y al ruido en la música,<sup>301</sup> prescindiendo en tan poco tiempo de las relaciones musicales consonantes que se han establecido desde la escuela pitagórica y su posterior desarrollo.

*Dentro del campo sinfónico tradicional por antonomasia, podremos examinar, sin solución de continuidad, una serie de matices, desde un Tschaiowsky dulzón hasta las obras de Schönberg de franco repertorio (...). La verdadera formulación de la cuestión depende, en realidad, del grado de comprensibilidad y de comodidad de audición que la música exige en determinadas circunstancias. Lo que es evidente es que la música contemporánea se está alejando rápidamente de este ideal de confort sonoro.*<sup>302</sup>

Dice Krenek. Añade Fornes:

*En términos estéticos diríamos que el estatismo fue sustituido por el dinamismo. La supeditación de todos los grados a la tónica eje se debilita; la idea de energía y de movimiento tiende a revasar el esquema total y a sustituirlo en su favor.*<sup>303</sup>

En un experimento realizado por el psicólogo John A. Sloboda en niños de 5 a 10 años con secuencias armónicas consonantes y disonantes y melodías tonales y atonales, llega a las siguientes conclusiones:

---

<sup>301</sup> Se debe recordar que Juan Bermudo atribuía sólo a las personas instruidas en música la capacidad de hacer evolucionar la música.

<sup>302</sup> KRENEK, Ernst: *op. cit.*

<sup>303</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. p.145. Se entiende que *esquema total* se refiere también a *esquema tonal*.

*A los nueve años (...) los niños comenzaron a mostrar fuertes reacciones estéticas en respuesta a las opciones 'incorrectas' (acordes disonantes), contrayendo sus rostros en señal de disgusto o riéndose*

*Una progresión desde los cinco años a la edad adulta (...) comenzando con la capacidad de rechazar disonancias pronunciadas y llegando a la capacidad de detectar violaciones de la estructura secuencial normal.*

Sloboda describe otros experimentos similares con niños, de las mismas edades, en los que se les hacía escuchar melodías tonales y atonales con los siguientes resultados:

*Las melodías tonales permitían extraer información estructural que podía mantenerse en la memoria para ayudar en la comparación con otra melodía. (...) Los niños de ocho años tendían a percibir las melodías como completas cuando terminaban en la tónica en el contexto de una cadencia perfecta (...)*<sup>304</sup>

Una de las conclusiones más sorprendentes a las que llega Sloboda es que, los niños formados musicalmente, respondieron de forma similar a los que no tenían nociones previas, lo que lleva a entender la importancia de las condiciones innatas del ser humano, en lo que se refiere a relaciones interválicas solas o en un contexto musical, además del factor cultural y evolutivo en la música.

Y es que, como decía Rudolph Reti:

*La reacción de nuestros oídos respecto al fundamental antagonismo entre consonancia y disonancia no ha cambiado en absoluto. Lo que ha cambiado es simplemente el interés estético.*<sup>305</sup>

Prueba de ello es que los compositores modernos precisan hacer uso de una cantidad mucho mayor de disonancias que sus predecesores.

En la música puramente atonal se pueden encontrar pasajes largos en los que no se dé ninguna consonancia porque las disonancias no aparecen identificadas como tales,

---

<sup>304</sup> SLOBODA, John A.: *La mente musical: La psicología cognitiva de la música*. Madrid. Machado. 2012. p.308.

<sup>305</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.* p.111.

están escritas como si no creasen ninguna tensión o como si no tuvieran ninguna necesidad de ser resueltas.

Es a partir de la época romántica cuando se empieza a recuperar la música de siglos pasados llevándola ante el gran público gracias a músicos como Felix Mendelssohn, que volvió a programar las Cantatas o las Pasiones de J. S. Bach, o Franz Liszt que adaptó las sinfonías de Beethoven para piano y las tocaba en sus conciertos, entre otros, ya que antiguamente era frecuente interpretar sólo la música contemporánea de cada época. Esta práctica ha llegado hasta nuestros días consiguiendo inclinar la balanza hacia el otro lado, escuchándose mucha más música de épocas pasadas que contemporánea.<sup>306</sup> También ayudó a esto el nacimiento de la Musicología en el siglo XX, que en una gran labor, que viene durando más 80 años, ha desenterrado diversas obras que habían permanecido siglos en el olvido.<sup>307</sup>

El siglo XX ha sido especialmente prolífico en la búsqueda de alternativas musicales, artísticas y culturales que han surgido como una respuesta contraria a los esquemas ya establecidos, y ya dentro de este siglo, también a las corrientes contemporáneas que se iban estableciendo. Todo debe ser innovador. Esta respuesta supone la base de cualquier excusa para buscar un cambio, ya sea buscando fines estéticos nuevos o personales, hay que romper con lo establecido, mostrando o no disconformidad con lo existente o, simplemente, volver a los cánones antiguos.

Schoenberg reacciona contra la música tonal:

*(...) ya no considero el peligro de alusiones tonales de manera tan trágica como antaño. Igualmente, estoy convencido de que incluso ciertos acordes consonantes (que yo no empleo) no serían un 'malheur'.*<sup>308</sup>

El deseo de huir de cualquier alusión a la música tonal eliminando los acordes consonantes, que son los que generan estabilidad, supone que las composiciones contemporáneas se van a desenvolver combinando fórmulas que crean tensiones a través de la inestabilidad de sus intervalos. La pericia del compositor se centrará, a

---

<sup>306</sup> Hablando principalmente de la música culta. Con el término *música culta* me refiero a la que es creada siguiendo los patrones estéticos antiguos o su evolución contemporánea. También me refiero a la música creada por músicos con una formación más sólida y extensa, por lo general.

<sup>307</sup> El objeto de esta recuperación de obras es ponerlas al alcance del público en general mediante publicaciones y grabaciones.

<sup>308</sup> Carta escrita a Mr. Leibowitz el 1 de octubre de 1945.

partir de ahora, en gestionar con sabiduría y prudencia el mayor o menor grado de las tensiones que va produciendo con los recursos de los que dispone, sin saturar al público.

Rudolph Reti señala en 1941 los cambios que se estaban produciendo:

*Este cambio afectó a casi todas las esferas en que se manifiesta el compositor, tales como las formas melódicas y rítmicas, la construcción temática, los modelos estructurales y la instrumentación. Pero el cambio más notable tuvo lugar en el ámbito armónico (...).*

Añade después sobre la naturaleza de la atonalidad:

*(...) la atonalidad como tal no obliga ni constituye ninguna fuerza musical constructiva, sino que significa precisamente la carencia, la negación de tales fuerzas.*<sup>309</sup>

Aludiendo a la sensación de continuidad que se produce en la música tonal en su contexto.

El director de orquesta y compositor Wilhelm Furtwängler, en 1947, también reflexiona ante el fenómeno de la música atonal y de por qué la aversión del público dura tanto:

*Confieso abiertamente que como músico (...) soy defensor acérrimo de la tonalidad, si bien tampoco se puede negar la extraordinaria expansión que la atonalidad ha experimentado en los últimos años. Renunciar a los recursos que ella ofrece al músico que realmente sabe cómo utilizarla y desear con nostalgia el retorno al estado de cosas antes del descubrimiento de las leyes de la tonalidad o la limitación de estas leyes y recursos me parecería algo así como desear volver a los días de la silla de posta cuando disponemos de radios y automóviles. No obstante, la atonalidad pretende ser un avance sobre la tonalidad, una expansión y una emancipación del mundo tonal, que se ha vuelto demasiado estrecho. Ciertamente, (...) la atonalidad debe ser considerada una expresión de estos enigmáticos tiempos. Tratar de determinar qué papel desempeña en la actualidad es una de las principales tareas de hoy. (...) Lamentablemente, la aversión del público por la llamada música «moderna» se hace notar cada vez con más fuerza. (...) Digámoslo tranquilamente: nadie entiende esta nueva tendencia, todo el mundo está desconcentrado. Y, sin embargo, sería mejor que*

---

<sup>309</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.*

*(...) nos preguntáramos cómo se ha llegado a este punto y cuál puede ser la razón real de la actitud del público. (...) Ante todo tiene que haber una razón de por qué el público mantiene una actitud hostil hacia gran parte de la música contemporánea desde hace cuarenta años y de por qué este rechazo no ha disminuido.*<sup>310</sup>

Sorprendido se quedaría Furtwängler si viera que, entrado ya el siglo XXI, la sensación del público sigue siendo de incompreensión.

El compositor español Miguel Grande Martín considera *blandos* los acordes consonantes, por lo que es necesario su uso con mucha cautela y evitar su uso bajo las reglas clásicas, si es posible. Aporta una valoración importante acerca de la duración de las obras atonales:

*(...) hay que tener cuidado con la duración de las obras atonales puesto que el público todavía no está acostumbrado a este tipo de sonoridades.*<sup>311</sup>

Athos Palma lo expresa muy bien al hablar de la atonalidad:

*Entramos ahora en el terreno más avanzado y atrevido de la técnica musical (...) porque rompe en absoluto con todos los preceptos que hasta el presente han constituido los cánones inquebrantables e imperecederos del Arte. Su empleo obligaría a una modificación total del sentido auditivo, educado desde la infancia en un sistema que por factores de herencia y adaptación se ha hecho carne del propio cuerpo. El porvenir dirá si tal modificación substancial es posible en un arte que puede exhibir en su gloriosa historia, verdaderos monumentos de expresión y belleza; sería necesario entonces que la nueva interpretación de la técnica creara obras de mayor o por lo menos igual valor estético que las anteriores (...) aun en esta forma costaría lograr que el auditor la acepte complacido; hasta ahora, el sistema pertenece más al laboratorio que a la Humanidad.*<sup>312</sup>

La eliminación de la tonalidad supone también eliminar su estética y las reglas que rigen las relaciones entre los sonidos. Según John Cage: “Ni que decir tiene que las

---

<sup>310</sup> FURTWÄNGLER, Wilhelm: *Conversaciones sobre música*. Barcelona. Acantilado. 2011. Traducción de J. Fontcuberta. Séptima conversación.

<sup>311</sup> Clases de Composición e Instrumentación en el Conservatorio Profesional de Música Arturo Soria de Madrid. Año 2001.

<sup>312</sup> PALMA, Athos: *op. cit.*

*disonancias y los ruidos son bienvenidos en esta nueva música.*”<sup>313</sup> Después de intentos como el Dodecafonismo de Schoenberg, en el que se intenta fijar una serie de normas, más para evitar sugerencias auditivas de la antigua estética que como una organización sonora moderna, se llega a la conclusión de que la creación sonora no tiene (o no debe tener) normas, no hay manuales, sólo *catálogos musicales*<sup>314</sup> que muestran lo que se está componiendo en el momento. Las consecuencias no se han hecho esperar y la primera que se encuentra es el grado de complejidad del nuevo arte atonal, no sólo en la composición y ejecución musical, sino en la comprensión por parte del oyente que asiste a las salas de conciertos.

Stravinsky escribe sobre la atonalidad:

*Por lo que a mí se refiere, siento una especie de terror cuando, al ponerme a trabajar, ante [de] la infinidad de posibilidades que se me ofrecen, tengo la sensación de que todo me está permitido. Si todo me está permitido, lo mejor y lo peor; si ninguna resistencia se me ofrece, todo esfuerzo es inconcebible; no puedo apoyarme en nada y toda empresa, desde entonces, es vana. (...) ¿Estoy, pues, obligado a perderme en este abismo de libertad? ¿A qué podré asirme para escapar al vértigo que me atrae ante la virtualidad de este infinito? Pero no he de perecer. Venceré mi terror y me haré firme en la idea de que dispongo de siete notas de la gama y de sus intervalos cromáticos, de que el tiempo fuerte y el tiempo débil están a mi disposición y de que tengo así elementos sólidos y concretos que me ofrecen un campo de experimentación tan vasto como la desazón y el vértigo del infinito que antes me asustaban.*<sup>315</sup>

Con razón expresa Krenek:

*Se relaciona la atonalidad, descubierta por Schönberg, como uno de los fenómenos más complicados de toda la historia de la música.*<sup>316</sup>

Sobre *Pierrot lunaire*, en una carta dirigida a Alexander Siloti el 15 de junio de 1914, Schoenberg expresa lo siguiente:

---

<sup>313</sup> CAGE, John: *Silencio: conferencias y escritos*. Madrid. Ardora. 2007. p.11.

<sup>314</sup> Recuérdese el libro de Armonía del siglo XX de Vincent Persichetti.

<sup>315</sup> STRAVINSKI, Ígor: *Poética musical*. Barcelona. Acantilado. 2006. p.65.

<sup>316</sup> KRENEK, Ernst: *op. cit.* p.93.



(...) *Me agradaría mucho que me dijera pronto las fechas de los ensayos. Pero de verdad, por favor: he de tener cuatro ensayos completos. La obra es realmente muy difícil y no quisiera tener un éxito a causa de la falta de claridad, sino que prefiero un fracaso a causa de la claridad. No, pero en serio: ¡¡La gente tiene que saber lo que pretendo!!*<sup>317</sup>

El 23 de octubre de 1922, escribe a Edgar Varèse:

(...) *le tomo a usted a mal que, sin preguntarme si puede o debe, fija usted por las buenas mi Pierrot lunaire para una fecha determinada. ¿Sabe usted ya, pues, si llegará a este punto? ¿Tiene usted ya una recitadora adecuada; un violinista, un pianista, un director... etc.? ¿Cuántos ensayos quiere hacer usted, etc...? En Viena, con hambre y frío, se ha hecho con 100 ensayos y se ha formado un conjunto irreprochable con mi concurso. ¡Pero usted fija simplemente una fecha y piensa que ya está hecho! ¿Tiene usted una idea de las dificultades; del estilo; de la declamación; de los 'tempi'; de la dinámica y todo eso?*<sup>318</sup>

Los compositores también son conscientes de la complejidad de sus obras, no sólo en el montaje sino en la escucha del público. *Pierrot Lunaire* se estrenó en el Berlín *Choralion - saal* en octubre de 1912. Es el culmen de un expresionismo llevado a sus últimas consecuencias junto con *Erwartung*<sup>319</sup> y, aunque no es una obra dodecafónica, su escritura es completamente atonal llena de inquietudes rítmicas. Lo más llamativo de esta obra es el uso del canto – hablado, o *Sprechstimme* (voz hablada), *Sprechgesang* (canción hablada) y *Sprechmelodie* (melodía hablada), en el que el vocalista usa los ritmos y las alturas especificadas, pero varía las alturas como en una conversación normal. Esta nueva forma de recitación crea un sonido especial en la voz, añadido al nuevo uso de los timbres de los instrumentos que también es muy particular.

Sin embargo, a parte de la complejidad de las obras y del cambio en el oyente, en los compositores actuales se está creando también un cambio de pensamiento. A este respecto, en una entrevista realizada a Francisco Guerrero Marín<sup>320</sup> en Radio Nacional

---

<sup>317</sup> SCHOENBERG, Arnold: *Cartas*. Madrid. Turner. 1987.

<sup>318</sup> *Ibidem*.

<sup>319</sup> Compuesta en 1909 pero no estrenada hasta 1924.

<sup>320</sup> Compositor Español nacido en Jaén (Linares) (1951 – 1997). Estudió con Juan Alfonso García, compositor y organista de la Catedral de Granada. En 1971 viajó a Madrid donde se estableció definitivamente. Es autor de obras sinfónicas, corales, electrónicas y de cámara, en muchas de las cuales su procedimiento compositivo se basa en las matemáticas y más concretamente en los fractales. Compuso

de España,<sup>321</sup> se pregunta al compositor si la dificultad extrema de la escritura de su música es inevitable y tiene un porqué o si esos resultados se podrían conseguir con una escritura más sencilla. La respuesta es:

*Yo creo que no, aquí lo que hay es un perfecto ajuste entre el pensamiento musical y la realización. Yo no tengo especial empeño en hacerla ni más ni menos difícil. Surge porque quizá la metodología o mi pensamiento es así (...) simplemente funciona así (...) y además no concibo que se pueda hacer oír mis intenciones sonoras si no es escribiéndola de esa manera a pesar de la dificultad de los resultados.*

A lo largo de la entrevista reconoce varios problemas con los intérpretes por estos mismos motivos. En la relación con sus contemporáneos españoles, explica también, que no se encuentra en sintonía con ninguno de ellos:

*Yo no escucho música contemporánea, digamos que no me interesa la música contemporánea (...) me interesa la música clásica (...) o lo que me gusta es la música, entonces escucho música clásica. Yo, como me dedico a componer, lo que menos me apetece escuchar es música contemporánea, eso está claro, y desde luego la que menos escucho jamás es la mía, no siento placer escuchando lo que hago, es casi una vocación por obligación. (...) Una obra terminada es una obra olvidada inmediatamente.*

Guerrero se expresa en tono un tanto irónico o ¿es que la música contemporánea no la considera música? Él hace música que no escucharía como consumidor. Aunque parece una posición extrema, es más habitual de lo que parece y, lo cierto es que la música contemporánea actualmente es bastante efímera, pocos estrenos y menos reestrenos de obras que desaparecen después, en poco tiempo, del panorama musical. Es algo cada vez más habitual en el panorama de la música contemporánea atonal que se ha ido acentuando con el tiempo.

La llegada a la atonalidad no sólo supone la adaptación a escuchar doce notas sin ninguna jerarquía, sino que lleva asociada cambios fundamentales como:

- Obras o secciones de obras atemáticas.

---

también música para cine: Las bicicletas son para el verano, Bearn, El año de las luces, etcétera. Muere en Madrid en 1997.

<sup>321</sup> Programa retransmitido por RNE en 1996 y reemitido el 20 de julio de 2016.

- Timbres instrumentales inusuales: Exploración de nuevos timbres en los instrumentos. Utilización de timbres que fueron desechados por los músicos románticos y clásicos.
- Grandes contrastes en cualquiera de los parámetros musicales que provocan un estado de alerta en el oyente.
- Rítmica muy variada: con cambios y rupturas de acentuación frecuentes debidos a la liberación del compás.
- Imposibilidad perceptiva de prever un patrón o movimiento musical futuro que impone un estado de atención constante.
- Dificultad para elaborar una línea en el proceso musical de la obra.
- Sensación de pérdida debido al frecuente cambio. Incapacidad para reconocer o reproducir partes o pasajes después de escuchar la obra.
- Las estructuras complejas son más difíciles de memorizar. Se produce una imposibilidad de relacionarlas con estructuras posteriores dentro de una obra de duración larga.
- Las estructuras cadenciales basadas en la relación dominante – tónica se desvanecen dejando paso a la incertidumbre en oposición a la música tonal.

A veces la sensación de pérdida en el oyente puede ser grande lo que conlleva una desconexión del discurso sonoro y la pérdida de consciencia hacia lo que oye. Dice Descartes: *“Que al final de la cantinela los oídos se sientan satisfechos, de tal manera que no esperen nada más y consideren que la canción es perfecta.”*<sup>322</sup> Las estructuras disonantes o basadas en timbres no familiares, siguen creando sensaciones auditivas difíciles de aceptar ya que suponen un proceso de adaptación auditiva mucho más grande que el que se ha llevado durante el pasado siglo. Todavía es poca la perspectiva que se tiene para juzgar cambios tan importantes en nuestro modelo de arte musical. En el pasado ha llevado mucho tiempo asimilar algunos cambios importantes que han condicionado en gran medida la evolución de la música. Ahora, en el siglo XX, aceptar cambios estéticos tan drásticos es todavía más difícil ya que la premisa fundamental es, precisamente, el cambio continuo y la novedad.

---

<sup>322</sup> DESCARTES, René: *Compendio de música*. Madrid. Tecnos. 2001.

En palabras de Eaglefield Hull:

*La valiente marcha en busca de lo raro, extraño y lo desusado ha conducido al empleo de combinaciones de notas que desafían todo análisis estético, racional o científico.*<sup>323</sup>

Añade Zamacois:

*Los compositores modernos buscan y han buscado producir sonoridades nuevas, al margen de toda clasificación de acorde definido, por la fusión de diversos sonidos en uno solo, mezcla resultante de los diversos combinados. (...) El compositor tiene que intentarlo exclusivamente a base de simultaneidades de distancias de semitono, con el fin de que unas anulen a las otras y aparezca la nueva sonoridad perseguida. De ahí que muchos reclamen (no exclusivamente por esta razón) la introducción en la música cultivada de distancias más pequeñas que el semitono, cual los tercios y los cuartos de tono.*<sup>324</sup>

Desde Boecio hasta ahora, la música ha efectuado un recorrido que no ha sido fácil. Hoy en día se puede observar que los cambios que se han producido antiguamente, no tenían la complejidad de los que se empezaron a producir a finales del siglo XIX, dado que, en el transcurso de 50 años escasos, se han producido más cambios y más profundos en el lenguaje musical, en la estética musical y en las corrientes, que en los cuatro últimos siglos. Esto supone que la compleja nueva música exige también nuevos oídos y formas nuevas de escuchar. John Cage dice:

*Nueva música: nueva actitud al escuchar. No un intento de comprender algo que se dice, pues si algo se dijera se daría a los sonidos forma de palabras. Simplemente prestar atención a la actividad de los sonidos.*<sup>325</sup>

Pierre Schaeffer añade:

*(...) tendremos que desconectar lo que las costumbres musicales nos han enseñado a vincular de forma tan fuerte.*<sup>326</sup>

---

<sup>323</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, Vol. 3. Barcelona. Labor. 1958. p.454.

<sup>324</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, Vol. 3. *op. cit.*

<sup>325</sup> CAGE, John: *op. cit.* p.10.

<sup>326</sup> SCHAEFFER, Pierre: *op. cit.* p.212.

Todo el orden que se buscaba antes, ya no está; ha sido sustituido por la creación sin reglas de sensaciones y situaciones inesperadas basadas en el más amplio espectro de sonidos. Esto supone reacciones nuevas al nuevo arte sonoro. Edmund Burke explica el efecto que se produce al escuchar un sonido inesperado:

*Si el golpe se repite en seguida, la repetición hace que se espere otro golpe. Y se ha de observar que la sola espera ya causa una tensión (...) gracias a un nuevo elemento auxiliar, la expectación. Pero después de cierto número de golpes, seguimos esperando más, sin ser capaces de fijar el momento exacto de su llegada, al llegar, producen una especie de sorpresa, que todavía incrementa más esta tensión.*<sup>327</sup>

Esta tensión, provocada por la incertidumbre, se transforma finalmente en fatiga para los sentidos.

Aunque Krenek opina que:

*Después de los últimos veinte años, el público está preparado sin duda alguna, como jamás pudo estarlo, para la recepción de formas progresistas de la expresión musical.*<sup>328</sup>

Alban Berg predijo que:

*(...) dentro de pocas décadas nuestra música sonará tan natural y simple como la de Mozart nos parece hoy día.” Pero Reti no está de acuerdo con esta afirmación: “Las décadas han pasado y la música de Berg ha ocupado su lugar, pero sus palabras no se han confirmado. Pues su música nunca significó nada parecido a la de Mozart, ya que desde su iniciación intentó expresar las tensiones extremas y, de hecho la morbidez de nuestra época.*<sup>329</sup>

Sloboda da la voz de alerta con respecto a la nueva música:

*(...) la música (...) se convirtió en algo placentero y natural (...). Nuestros instintos y motivaciones cambian más lentamente. Todavía disfrutamos de la música, (...) es la voz y el cuerpo humano en movimiento rítmico lo que constituyen el resorte motivacional para la música. Si la música se aleja mucho de este resorte dejará de*

---

<sup>327</sup> BURKE, Edmund: *op. cit.* p.176.

<sup>328</sup> KRENEK, Ernst: *op. cit.* p.97.

<sup>329</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.* p.113.

*tener un profundo significado y poder para nosotros. Me parece que los músicos contemporáneos han empezado a darse cuenta de que el desarrollo sin límites de la música electrónica nos lleva a la esterilidad y la falta de vida. Los instrumentos electrónicos deben ajustarse siempre a los parámetros de la creación 'humana', enriqueciendo y destacando esos parámetros en lugar de quitarlos de golpe de manera arbitraria.*<sup>330</sup>

Todos los experimentos musicales que están basados fundamentalmente en la negación de la tradición:

*(...) sólo tienen probabilidades de sobrevivir si se encuentra un medio de integrarlos en el conjunto general de la evolución de la música. A menos que esas nuevas técnicas se conviertan ellas mismas en parte de una 'ley' musical universal, tendrán breve vida, aunque hayan sido saludadas por los que las introdujeron como la última palabra de la creación artística.*<sup>331</sup>

Stravinsky habla de la música contemporánea:

*El capricho individual y la anarquía intelectual que tienden a dominar en el mundo en que vivimos aíslan al artista de sus semejantes y lo condenan a aparecer a los ojos del público en calidad de monstruo: monstruo de la originalidad, inventor de su lenguaje, de su vocabulario y del aparejo de su arte. El uso de los materiales ya experimentados y de las formas establecidas le está comúnmente prohibido. Acaba entonces por hablar un idioma sin relación con el mundo que le escucha. Su arte se vuelve verdaderamente único, en el sentido de su falta de comunicatividad y porque se ve cerrado por todas partes. (...) A esta completa ruptura de la tradición responde la aparición, en el campo histórico, de una serie de tendencias anárquicas incompatibles y contradictorias. (...) Aquellos tiempos han cedido el lugar a una nueva época que quiere uniformarlo todo en el aspecto material, al paso que tiende a destrozar todo universalismo en el orden espiritual, en beneficio de un individualismo anárquico. Así es como, de universales, los centros de cultura se han hecho particulares. (...) Lo quiera o no, el artista contemporáneo forma parte de esta infernal maquinación.*<sup>332</sup>

Krenek analiza una de las consecuencias del nuevo arte en la actualidad:

---

<sup>330</sup> SLOBODA, John A.: *op. cit.* pp.396 – 397.

<sup>331</sup> RETI, Rudolph: *op. cit.* p.151.

<sup>332</sup> STRAVINSKI, Ígor: *Poética musical*. Barcelona. Acantilado. 2006. pp.72 – 73.

*En el momento actual se produce una tendencia nueva hacia la simplificación. Desde hace aproximadamente veinte años, la música está ya atravesando una fase de reacción contra las complicaciones de la atonalidad y de la técnica dodecafónica. (...) el complicado estilo atonal dará paso a nuevas formas de expresión y (...) la música podrá tener un nuevo comienzo con elementos menos complicados.*<sup>333</sup>

Un buen ejemplo de estas nuevas corrientes de simplificación de los esquemas musicales es el *minimalismo* basado en la armonía consonante, pulsos constantes, en lo estático o lentas transformaciones, y a menudo en la reiteración de las frases musicales en pequeñas unidades como figuras, motivos y células. El compositor estonio Arvo Pärt (n.1931) es considerado el precursor de este estilo, como sus contemporáneos el compositor polaco Henryk Górecki (1933 – 2010) y el británico John Tavener (1944 – 2013). El compositor norteamericano Steve Reich (n.1936), es otro ejemplo de minimalismo, y uno de los primeros que lo enfoca hacia la percusión. Su compatriota Philip Glass (n.1937), aunque huye del término minimalismo, su música se basa también en estructuras y esquemas repetitivos. Otros ejemplos más actuales se pueden encontrar en el compositor italiano Ludovico Einaudi (n.1955)

Aquí se puede ver un ejemplo de Steve Reich en *Clapping music* (1972) escrita para palmadas o percusión divididos en dos grupos rítmicos. Son dos secuencias rítmicas cortas que primero suenan a la vez y después van creando desplazamientos rítmicos de uno de los grupos creando polirrítmias.

---

<sup>333</sup> KRENEK, Ernst: *op. cit.* pp.93 – 94.

1 2 3 4 5 6 7 8

CLAP 1

CLAP 2

(SHIFT)

**Part. 2:** *Clapping music* (1972) de S. Reich.





## **5. LA DISONANCIA DESDE UNA VISIÓN FÍSICA**



Este capítulo viene a completar el anterior sobre la intensidad de las disonancias, ya que no se puede separar la percepción sensorial de la visión física. Si se tienen en cuenta las consideraciones de Joaquín Zamacois sobre la intensidad de las disonancias y se toman aquellas que dicen:

- Las disonancias que se derivan del semitono son más intensas que las que se derivan del tono.
- Cuanta mayor separación hay entre las notas que producen la disonancia, menor intensidad tiene la misma.

Se puede extraer como conclusión que el intervalo que produce una sensación más disonante en nuestro sistema de temperamento igual es el de semitono, o sea Segunda menor, cromática o diatónica como se demostrará más adelante.

No obstante, las reglas sobre la disonancia que se han visto anteriormente en los tratados surgen de las experiencias físicas auditivas y no al revés. Como dice John R. Pierce:

*(...) creo que considerar las experiencias de consonancia y disonancia como nacidas de ciertas reglas es enfocar las cosas al revés. Creo más bien, que las reglas y las costumbres se basan en experiencias de consonancia y disonancia que son propias de la audición normal. Naturalmente, la formación musical y el refinamiento variarán la experiencia subjetiva.*<sup>334</sup>

José Forns establece que, en la consonancia, todas las relaciones que puedan formarse con los números 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8, que son los números simples, representan siempre a alguno de los intervalos consonantes. Por el contrario, todos los intervalos que exigen para su representación numérica cifras disitintas de los números anteriores se consideran disonantes. Después añade el género de las disonancias cromáticas o *artificiales* que son las disonancias cuya naturaleza no procede del hecho físico de la relación del número de vibraciones de los sonidos que se escuchan, sino de principios musicales previamente establecidos, en virtud de los cuales se atribuye a esos sonidos notas que no pueden coexistir dentro de la misma serie diatónica heptáfona. Son

---

<sup>334</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa científica, S.A. Editorial Labor. 1985. p.75.

disonancias teóricas como por ejemplo: la – solb, do – re#, do – sol#, etcétera, que son intervalos que, cuando suenan solos, nuestro oído los atribuye a sonidos que proporcionan al intervalo la relación más simple y consonante (enarmonizándolo).<sup>335</sup>

Si se busca una definición más objetiva y científica, extraída directamente de la física del sonido, dice Goldáraz Gaínza:

*(...) la consonancia es producto de la coincidencia de armónicos entre dos o más notas; la disonancia, de una menor coincidencia o una cercanía excesiva entre armónicos que pueden producir batidos. (...) Un intervalo es más consonante cuantos más armónicos (y más cercanos a las notas base) tengan en común.*<sup>336</sup>

Una teoría muy similar, o extraída, de Helmholtz.

Giovanni Battista Benedetti (1530 – 1590), precursor de la ciencia acústica en la modernidad, establece que el efecto de consonancia se debe a la coincidencia a intervalos regulares de ondas aéreas más cortas y frecuentes con otras mayores y menos frecuentes. El orden de las consonancias proviene del orden de concordancia de las percusiones que las ondas de aire generan en el oído.

Esta teoría ya no está basada en ninguna proporción de los números como pasaba en las teorías de Zarlino o Salinas, sino en una sensación que se produce en el oído. No hay una ruptura abrupta entre la consonancia y la disonancia y la jerarquía entre intervalos puede ser: 2/1, 3/2, 4/3, 5/3, 5/4, 6/5, 7/5, 8/5. En cualquier caso correspondería a la apreciación musical más que a la ciencia establecer la consonancia de ciertos intervalos y la continuidad entre consonancia y disonancia.<sup>337</sup> No obstante para Goldáraz Gaínza, Benedetti vuelve a hacer un cálculo puramente especulativo al explorar el placer que produce cada consonancia y el producto de sus términos, cálculos similares a los pitagóricos o los de Zarlino, aunque desde otra perspectiva.<sup>338</sup>

---

<sup>335</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972.

<sup>336</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza. 2000. p.17.

<sup>337</sup> Este postulado coincide con el de Arnold Schoenberg que, basándose en el fenómeno físico-armónico, establece esa continuidad, aunque se desconoce si Schoenberg conocía las teorías de Benedetti.

<sup>338</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J.: *op. cit.* p.143.

Leonard Euler (1707 – 1783) intentaba encontrar una regla general que revele el orden de los grados de consonancia de los intervalos. Para Euler todo placer musical viene de la percepción de la perfección; donde hay orden hay perfección.

Establece los grados de suavidad “grados suavitatis” de los intervalos en la siguiente tabla

Grado de suavidad	Razones
I	1:1
II	<b>1:2</b>
III	1:3, 1:4
IV	1:6, <b>2:3</b> , 1:8
V	1:5, 1:9, 1:12, <b>3:4</b> , 1:16
VI	1:10, 2:5, 1:18, 2:9, 1:24, 3:8, 1:32
VII	1:7, 1:15, <b>3:5</b> , 1:20, <b>4:5</b> , 1:27, 1:36, 4:9, 1:48, 3:16, 1:64
VIII	1:14, 2:7, (...) <b>5:6</b> (...) <b>5:8</b> (...) 8:9 (...) 1:128
IX	1:21, 3:7 (...) 4:7, (...) 5:9, 1:60 (...) 9:16 (...) 1:256
X	1:42, 3:14 (...) 9:10 (...) 8:15 (...) 1:512.
etcétera.	...

**Tab. 7:** Grados de suavidad de los intervalos en L. Euler.

Euler coloca intervalos como 1:9 antes que las Terceras o equipara en grado de suavidad la Tercera menor y el Tono mayor.<sup>339</sup>

El físico inglés John Tyndall (1820 – 1893) publicó en 1867 *On Sound* en el que enunciaba su teorema sobre el orden de las consonancias de los distintos intervalos: “Cuanto más simple es la relación de las frecuencias de dos sonidos, más consonante

<sup>339</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza. 2000. p.158.

*será el intervalo que forman.*” Se entiende por relación más simple aquella formada por dos números pequeños y próximos entre sí.<sup>340</sup>

De acuerdo con esto, los distintos intervalos de la serie armónica quedan ordenados según su grado de consonancia de la siguiente manera (siguiendo nuestro sistema de temperamento igual):

Octava justa	(2/1)
Quinta justa	(3/2)
Cuarta justa	(4/3)
Tercera mayor	(5/4)
Sexta mayor	(5/3)
Tercera menor	(6/5)
Sexta menor	(8/5)
Segunda mayor	(9/8)
Séptima mayor	(15/8)
Segunda menor	(16/15)
Séptima menor	(16/9)

Tyndall establece el intervalo de Séptima menor en 16/9, lo cual la rebaja a estar la última de la lista. Pero, otros físicos como Gallaga Sabín la colocan con la proporción de 9/5 que la colocaría después de la Sexta menor, lugar mucho más lógico y apropiado ya que en la serie armónica es el séptimo armónico, con lo que es un intervalo fácilmente apreciable.<sup>341</sup>

Helmholtz desarrolló una teoría parecida a la de Tyndall, pero aplicada a los acordes. Su enunciado es como sigue: “*Cuanto más simple y proporcional es la numeración de los sonidos que componen un acorde, más consonante será éste.*”<sup>342</sup> Cuantos más armónicos tengan en común los sonidos correspondientes a un intervalo y más cercanos se encuentren a las notas fundamentales más consonante será.

---

<sup>340</sup> CALVO – MANZANO, Antonio: *op.cit.* p.198.

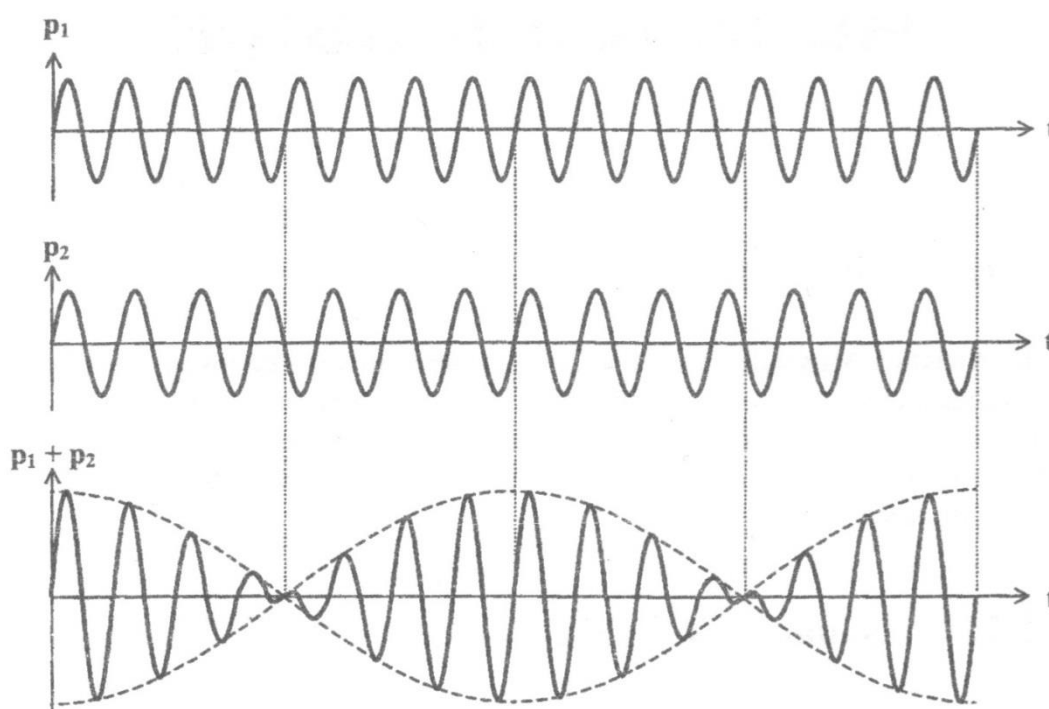
<sup>341</sup> Aun siendo un intervalo que no suena afinado con el temperamento igual.

<sup>342</sup> HELMHOLTZ, Hermann: *op. cit.*

## 5.1. Las pulsaciones y la banda crítica

Las Pulsaciones o batidos se producen al hacer sonar dos frecuencias diferentes pero próximas entre sí a la vez. El efecto que se produce es una variación periódica de la intensidad. Estas variaciones se producen cuando dos frecuencias entran en fase, que se suma la amplitud, o cuando entran en contrafase, que se resta. El ritmo por segundo de esta variación vendrá dado por la diferencia entre las dos frecuencias.

En la siguiente representación gráfica se puede apreciar este efecto:<sup>343</sup>



**Ilust. 21:** Gráfica de la formación de pulsaciones entre dos frecuencias  $P_1$  y  $P_2$ , donde  $t =$  tiempo (F. Miyara).

Si se tiene una frecuencia de 440 Hz y otra de 445 Hz, o de 435 Hz, se obtendrá una variación con una frecuencia de 5 pulsaciones por segundo. Esto se produce en cualquier sistema musical que no esté afinado según el principio físico – armónico que hará que se produzcan pulsaciones entre sonidos iguales o entre los armónicos de un

<sup>343</sup> MIYARA, Federico: *Acústica y sistemas de sonido*. Rosario. UNR. 2006.



sonido y los diferentes sonidos fundamentales que se utilicen en la ejecución de una obra.

Las pulsaciones se identifican en general con la disonancia, es decir, cuanto más despacio pulsa un sonido o intervalo, más consonante se considera. La Octava no produce pulsaciones, ya que es el único intervalo perfectamente afinado en cualquier temperamento, al que le sigue la Quinta justa, el resto de intervalos producen pulsaciones más o menos perceptibles que condicionan el carácter de consonancia de los diferentes intervalos, cuyo ordenamiento coincide con el establecido siguiendo el Teorema de Tyndall, antes expuesto. Cada temperamento cuenta con un determinado número de pulsaciones para cada intervalo dependiendo de los intervalos que se tomen como referencia para la afinación. Esto lo tienen muy en cuenta los afinadores a la hora de afinar un instrumento.

La banda crítica es la zona de frecuencias en la que se percibe una sonoridad dura y las pulsaciones según se acercan o separan dos sonidos. Es decir, teniendo una frecuencia de referencia, existe una zona alrededor de ésta en la que la proximidad de otro sonido no nos permite diferenciar los dos sonidos al estar demasiado próximos entre sí. Esta percepción varía con la frecuencia. Según John R. Pierce:

*La banda crítica es un concepto experimental importante en audición. Hasta cierto punto, cuando oímos sonidos podemos sintonizar una banda estrecha de frecuencias, al igual que sintonizamos una emisora de radio. Cuando los componentes de frecuencia están más alejados entre sí que la banda crítica, podemos oírlos por separado (...). Pero los componentes de frecuencia que se hallan dentro de una banda crítica interaccionan y nos producen sensaciones de batidos, asperezas o ruido.*<sup>344</sup>

Hablando de la percepción en esta zona, Goldáraz Gaínza dice:

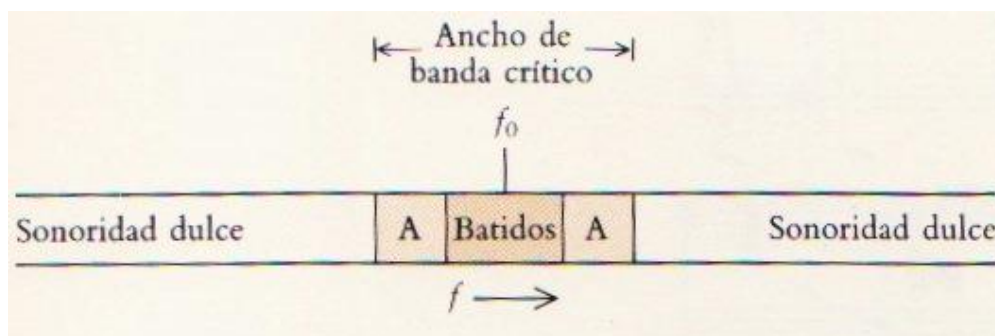
*En la membrana basilar<sup>345</sup> corresponde a la zona de separación mínima entre dos tonos puros que no producen una sensación desagradable y cuyo ancho de banda*

---

<sup>344</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985. p.76.

<sup>345</sup> La *membrana basilar* es una membrana situada en el interior de la cóclea. Es la responsable de la respuesta en frecuencia del oído humano. Esto se debe a que la membrana basilar varía en masa y rigidez a lo largo de toda su longitud, con lo que su frecuencia de resonancia no es la misma en todos los puntos. La *cóclea* está situada en el oído interno, en ella se encuentran las células con microvellosidades (estereocilios), capaces de transformar las vibraciones del sonido en impulsos nerviosos que son enviados

varía con la frecuencia: 'La banda crítica es importante en la percepción del volumen, en la definición de si un sonido es ruido y en el enmascaramiento u ocultación de un sonido por otro. En esencia, la banda crítica deriva de la forma en que el oído resuelve las frecuencias' (...)<sup>346</sup>



**Ilust. 22:** Ancho de banda crítico (J. Pierce).

Según los estudios de R. Plomp (1976):

*Los batidos lentos no producen una sensación de disonancia, sino que simplemente crean un trémolo, un aumento y una disminución de la amplitud. Además, a medida que se alejan las frecuencias de dos ondas sinusoidales o «tonos puros», oímos una aspereza desagradable, incluso cuando las frecuencias están tan alejadas que ya no producen batidos (...) la zona de frecuencias donde percibimos batidos o asperezas se denomina ancho de banda crítico.*<sup>347</sup>

La teoría sobre la consonancia y la disonancia de Helmholtz se basa en la serie armónica, las pulsaciones y la dureza o aspereza percibida por el oído. Analizando los armónicos de un sonido periódico y los parciales no armónicos de otros sonidos, utilizando los resonadores que él mismo creó, llegó a la conclusión de que la consonancia no se produce por la simple relación de frecuencias entre dos sonidos, sino por el grado de coincidencia de los armónicos y la disonancia con el choque que se

---

hasta el cerebro. Georg von Békésy ganó el premio Nóbel de Fisiología y Medicina en 1961 por su descubrimiento del funcionamiento de la cóclea y su membrana basilar.

<sup>346</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

<sup>347</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985. p.76.

produce entre éstos. Helmholtz creía que los intervalos eran más consonantes si no se producían batidos entre sus parciales o se producían muy pocos.

En las conclusiones de los artículos de Plomp se puede leer:

*Tanto los resultados experimentales en la evaluación de intervalos simples como en el análisis estadístico de acordes en composiciones musicales apoyan la explicación propuesta por von Helmholtz, en que la singularidad de intervalos con relaciones de frecuencia determinadas por números enteros se debe a la interferencia de parciales adyacentes creando una sensación de rugosidad. Las investigaciones indican que, en función de la frecuencia, el rango de transición entre consonante y disonante de los intervalos simples está relacionado con el ancho de banda crítico. Estos intervalos se evalúan como consonantes para la diferencia de frecuencias que exceden el ancho de banda crítico, mientras que los intervalos más disonantes corresponden con una diferencia de frecuencias de aproximadamente un cuarto de este ancho de banda.*<sup>348</sup>

Después añade y confirma en las conclusiones del artículo *Perception of tonal consonance*:<sup>349</sup>

*El hecho de que la percepción de intervalos consistentes en tonos simples no se rija por la relación de frecuencias, sino sólo por la amplitud de los intervalos, se confirma por el hallazgo de que (...) el valor de consonancia asociado a este tipo de intervalos es una función continua de diferencia de frecuencia. El hecho experimental de que la relación de frecuencias es un factor importante en la discriminación de intervalos de tonos complejos puede explicarse utilizando la hipótesis de que, en este caso, no sólo interfieren las fundamentales, sino también los armónicos adyacentes.*

Según Federico Miyara, si las pulsaciones son lo suficientemente lentas, nuestro oído no apreciará apenas la fluctuación, pero si estas fluctuaciones se van acercando a 10 Hz, se percibirá un suave efecto de trémolo o vibrado que crea una sensación envolvente del sonido. Si, por el contrario, las pulsaciones son bastante más rápidas, de 10 hasta 50 Hz, el resultado produce una sensación de agitación comúnmente

---

<sup>348</sup> PLOMP, R.; LEVELT, W. J. M.: "Tonal Consonance and Critical Bandwidth". *Institute for Perception RVO-TNO*. Soesterberg, Netherlands. J. Acoust. Soc. Am. 38, 548 – 560. 26 de abril de 1965.

<sup>349</sup> PLOMP, R.; LEVELT, W. J. M.: "Perception of tonal consonance". *Center of cognitive studies*. Harvard University, Cambridge (Mass) USA. 1966.

denominada disonancia.<sup>350</sup> No obstante, según Goldáraz Gaínza, cuando dos sonidos se separan en más de 15 Hz sus batidos son demasiado rápidos y se oyen como un intervalo de dos notas separadas.<sup>351</sup>

Según Culver:

*Helmholtz sostuvo que en el registro medio el número de batidos que dieron lugar a la máxima aspereza es de 33 por segundo y que pueden ser detectados cuando la frecuencia de batido es tan alta como 132 por segundo. (...) Cuando los batidos se sitúan entre los límites mencionados, produce irritación y fatiga al nervio auditivo.*<sup>352</sup>

Entonces, el grado de consonancia de un intervalo vendrá dado por la existencia o no de estas interferencias (las pulsaciones que se producían a una frecuencia disonante) entre los armónicos importantes o intensos de los dos sonidos, que son los primeros armónicos de la serie. Esto quiere decir que, cuantos más armónicos importantes del primer sonido estén próximos a armónicos importantes del segundo sonido en la relación de frecuencia antes explicada, más disonante será el intervalo y viceversa. Esto demostraría de forma práctica el Teorema de Tyndall sobre los intervalos y el de Helmholtz sobre los acordes.

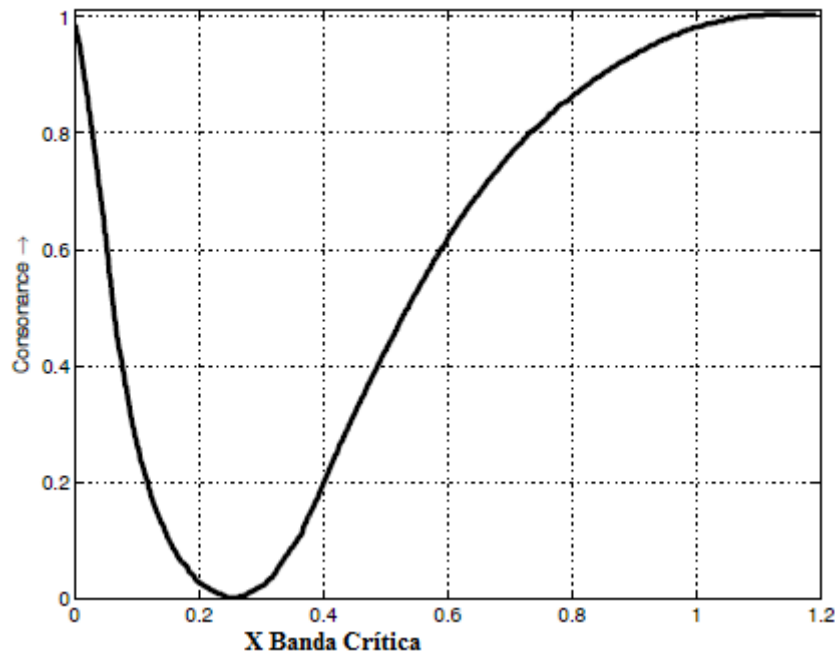
En la siguiente gráfica de Plomp (aparece también en el libro de J. R. Pierce) se puede observar la representación de la consonancia perceptiva sobre el ancho de banda crítico. El máximo nivel de disonancia está alrededor del 0,3 (un cuarto del ancho de la banda crítica) y, a medida que se siguen separando las notas van alcanzando de nuevo más nivel de consonancia perceptiva. Las limitaciones de nuestro sistema auditivo hacen que, para una persona con un oído medio, la máxima disonancia perceptiva se sitúe en torno al semitono.

---

<sup>350</sup> MIYARA, Federico: *Acústica y sistemas de sonido*. Rosario. UNR. 2006. pp.31 y 186.

<sup>351</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

<sup>352</sup> CULVER, Charles A.: *Musical acoustics*. Philadelphia. The Blackiston Company. 1951. Tercera Edición. p.83.

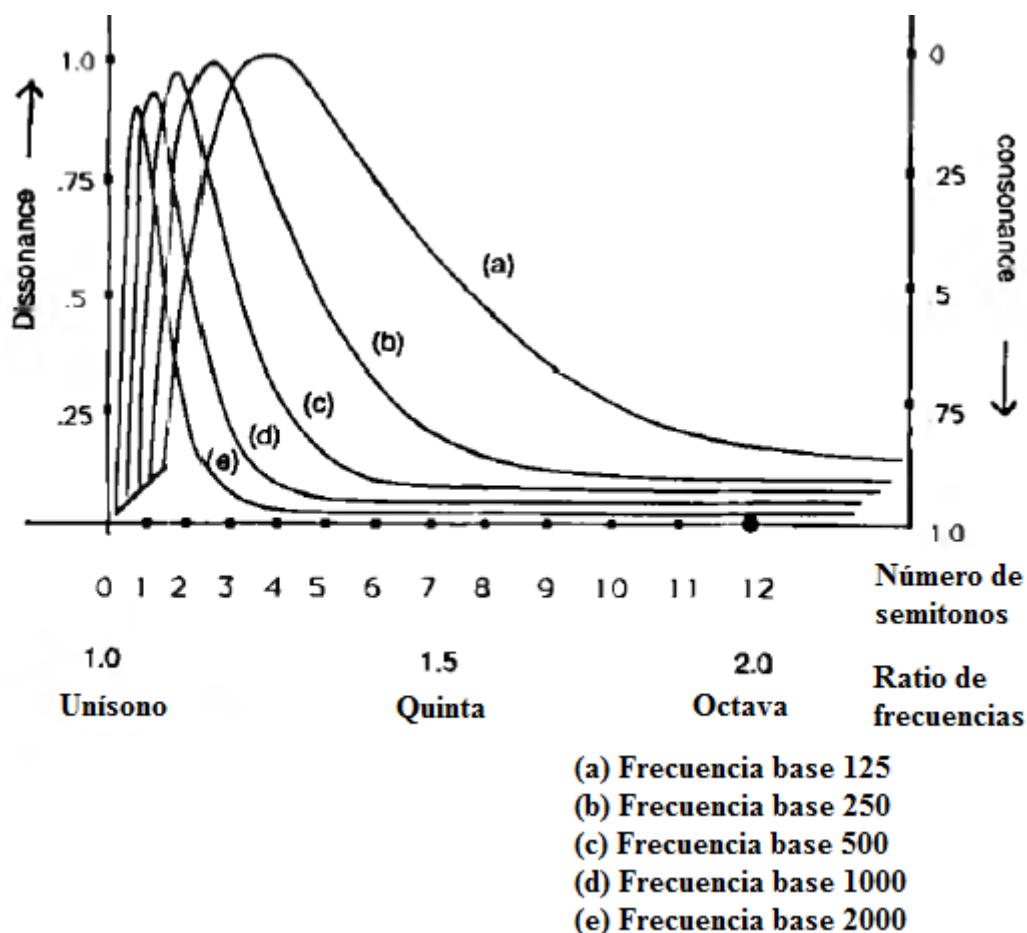


**Ilust. 23:** Banda crítica (R. Plomp y W. J. M. Levelt).

Según John R. Pierce hablando de la consonancia perceptiva, los tonos son disonantes si la separación de frecuencias es suficientemente pequeña para percibir batidos lentos, y consonantes si la separación de frecuencias coincide con la banda crítica o es superior. La escala inferior del gráfico representa la separación de frecuencias expresada en fracciones de banda crítica.

La siguiente gráfica de Plomp ilustra la posición de la máxima disonancia a diferentes frecuencias.<sup>353</sup>

<sup>353</sup> PLOMP, R.; LEVELT, W. J. M.: “Tonal Consonance and Critical Bandwidth”. *Institute for Perception RVO-TNO*. Soesterberg, Netherlands. J. Acoust. Soc. Am. 38, 548 – 560. 26 de abril de 1965.

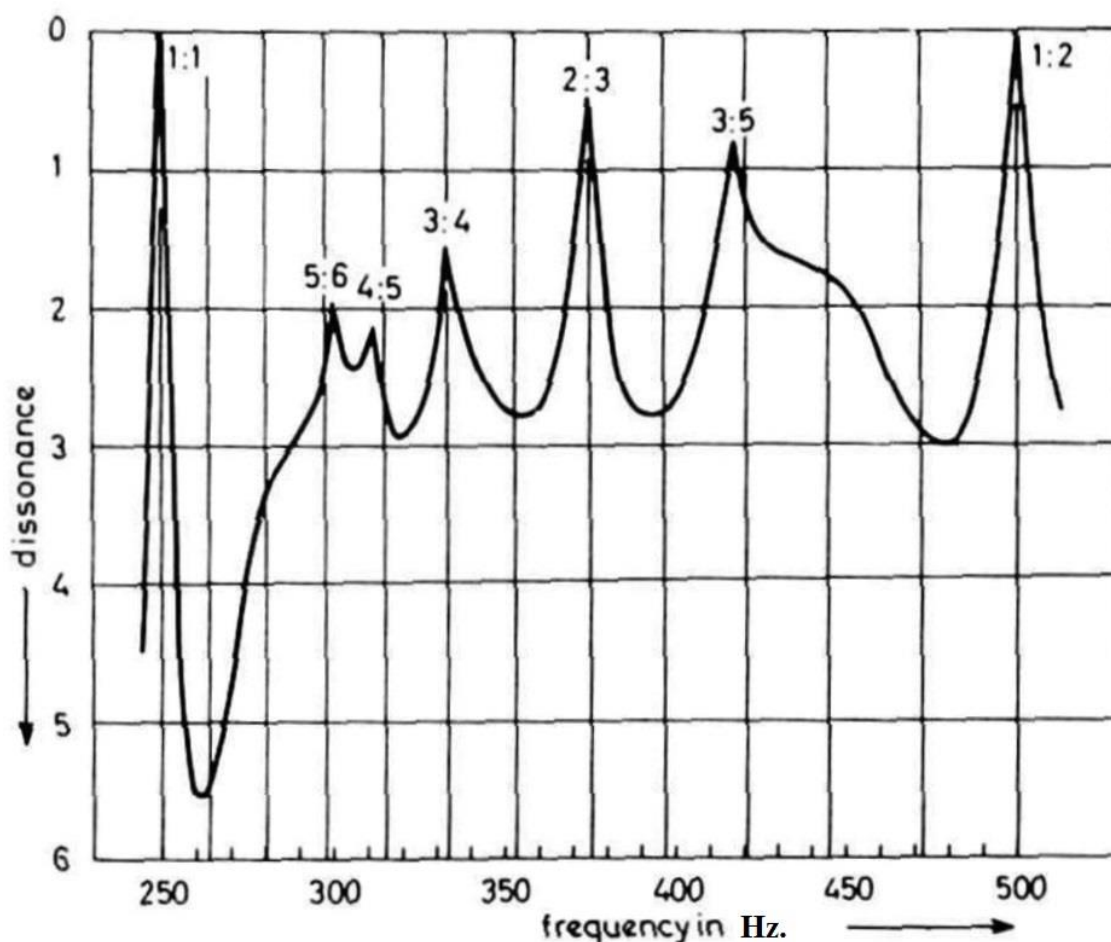


**Ilust. 24:** Gráfica de máxima disonancia (Plomp y Levelt).

Se puede ver que para la mayoría de frecuencias la banda crítica se encuentra entre la Tercera menor y el semitono. Por eso para obtener acordes consonantes a bajas frecuencias se debe separar más las notas que cuando se trate de frecuencias altas. Para Pierce, hablando de tonos puros, un intervalo inferior de Tercera menor es disonante, mientras los intervalos más grandes (incluyendo la Tercera menor) son consonantes independientemente de la relación de frecuencias, pero esto no es válido para los tonos musicales.

En los estudios anteriores se supone que las dos frecuencias son tonos puros, que es con las que se han realizado los experimentos, pero los sonidos de la naturaleza y los que se utilizan comúnmente en la música tienen cierta cantidad de armónicos y también se producen pulsaciones entre éstos como se ha visto.

En la siguiente gráfica se puede apreciar el grado de consonancia o disonancia relativa entre dos tonos complejos, una frecuencia base de 250 Hz y otra más alta variable y dependiente de la anterior. Ambos con una frecuencia fundamental y seis parciales armónicos. Las líneas verticales señalan el ámbito de intervalo del temperamento igual.<sup>354</sup>



**Ilust. 25:** Grados de consonancia de dos tonos complejos.

Mientras se mantiene una de las frecuencias fija en 250 Hz, la otra va variando desde un poco menos de 250 Hz hasta un poco más de 500 Hz (la octava superior). De esta forma se ven qué relaciones son más consonantes. Otra vez se observa que el grado de consonancia viene dado por el choque entre los parciales, el intervalo es más

<sup>354</sup> *Ídem.*

consonante cuantos más parciales coinciden y/o cuando la separación entre estos parciales supera el cuarto de octava (de la banda crítica), que es la Tercera menor.

Para Pierce, los oyentes no formados interpretarán como consonante cualquier intervalo superior a la banda crítica pero los músicos formados interpretarán los intervalos derivados de la Segunda (Séptimas, Novenas, etcétera) como disonantes. Habla del experimento con Max Mathews<sup>355</sup> de eliminar mediante un ordenador los armónicos que produzcan disonancias dentro de la banda crítica para hacer un acorde de Séptima de dominante acústicamente consonante. Quizá el problema radica en que aunque se eliminen los armónicos “molestos”, el acorde sigue siendo disonante por las notas fundamentales del propio acorde y, por su puesto, por el grado de tensión que se forma en el propio discurso musical y el contexto melódico – armónico con la necesidad de resolver sobre tónica.

---

<sup>355</sup> Max Vernon Mathews, (1926 – 2011), músico norteamericano pionero en la composición de música por ordenador.



## 5.2. Teorías culturales de la consonancia

En resumen, las teorías que se han visto hasta ahora sobre la consonancia son:

1. Teoría de la proporción de Pitágoras que afirma que cuanto más sencilla sea la relación de oscilación entre dos tonos, más consonante será su intervalo.
2. Teoría de la afinidad sonora de Helmholtz que dice que dos tonos son consonantes si coinciden uno o varios de sus armónicos,<sup>356</sup> prescindiendo del séptimo armónico.

Hay muchas teorías más, pero todas apoyan una de las dos anteriores. Se puede añadir otra teoría más, pero en el campo de la percepción:

La teoría de fusión de tonos del psicólogo Carl Stumpf (1848 – 1936) que en su obra *Tonpsychologie* (1875) realizó una amplia gama de estudios sobre las características fenomenológicas de los sonidos de diferentes instrumentos, los determinantes de la melodía, la fusión tonal y la consonancia y disonancia de los sonidos.<sup>357</sup> Dice que dos sonidos son consonantes cuanto mayor sea el número de oyentes (no instruidos) que los sienten como si fuesen uno solo. Por consiguiente, la de consonancia y disonancia es una diferencia cuantitativa y no cualitativa.<sup>358</sup> Esta teoría trata la consonancia de una forma perceptiva por lo que es muy posible que este tipo de estudio variase bastante en función de la época, la cultura, la edad, etcétera.

La observación de Stumpf media el grado en el cual la emisión de dos sonidos simultáneos producía en las personas del estudio la impresión de un sonido sólo o dos sonidos separados. Los resultados se pueden resumir brevemente en los siguientes porcentajes para los oyentes que, en un primer momento, no percibieron como tonos separados las notas que forman los siguientes intervalos:<sup>359</sup>

---

<sup>356</sup> De los primeros armónicos.

<sup>357</sup> VV AA.: *History of Psychology, Fourth Edition*. New York. McGraw Hill. 2004.

<sup>358</sup> MICHELS, Ulrich: *Atlas de Música. Vol.I*. Madrid. Alianza Editorial. 1996. p. 21.

<sup>359</sup> GROVE: Entrada: ACOUSTICS. p.40.

Octava	Quinta	Cuarta	Tercera	Tritono	Segunda
75%	50%	33%	25%	20%	10%

**Tab. 8:** Grado de consonancia en C. Stumpf.

La cuestión que se plantea en este estudio es la imposibilidad de estar seguros de que los oyentes no tienen ningún tipo de formación ni ninguna influencia previa. El resultado al que llegó Stumpf es que la Octava es la mejor consonancia y que las Quintas y las Cuartas son mejores consonancias que las Terceras.

En este contexto, en un estudio realizado por Josh H. McDermott, *La indiferencia a la disonancia en nativos del Amazonas revela la variación cultural en la percepción de la música*, publicado el 13 de julio de 2016 en la revista *Nature*, dice:

*Los resultados indican que las preferencias de consonancia pueden estar ausentes en culturas suficientemente aisladas de la música occidental, por lo que es poco probable que reflejen sesgos innatos o exposición a sonidos naturales armónicos. La variación observada en las preferencias es presumiblemente determinada por la exposición a la armonía musical, lo que sugiere que la cultura tiene un papel dominante en la formación de respuestas estéticas a la música.*<sup>360</sup>

El estudio se llevó a cabo con personas de la tribu amazónica Tsimane, que no han tenido contacto con la cultura occidental. Aparte se utilizaron también personas (Norteamérica) inmersos en la cultura occidental como grupo de control. En él se mostraron una serie de intervalos desde el unísono hasta la séptima mayor de 11 semitonos y varios tipos de acordes.

Otro artículo publicado por Ed Yong en el mismo año en la revista *The Atlantic*, *Las sorprendentes preferencias musicales en una tribu del Amazonas*,<sup>361</sup> sostiene que

<sup>360</sup> McDERMOTT, Josh H.; SCHULTZ, Alan F.; UNDURRAGA, Eduardo A.; GODOY, Ricardo A.: "Indifference to dissonance in native Amazonians reveals cultural variation in music perception". En: Revista *Nature* [<http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature18635.html>]. Publicado el 13 de julio de 2016.

<sup>361</sup> YONG, Ed: "The surprising musical preferences on an Amazon tribe". En: Revista *The Atlantic*. [<http://www.theatlantic.com/science/archive/2016/07/music-to-our-west>]. Publicado el 13 de julio de 2016.

para los oyentes occidentales la diferencia entre consonancia y disonancia es rígida y que muchos musicólogos asumen que esa preferencia es cultural. El oyente occidental realmente aprende a gustarle cómo se utilizan esas consonancias en la música occidental. Hace referencia al estudio anterior de McDermott destacando que la tribu asumió los dos sonidos, consonante y disonante, como igualmente placenteros.

En el artículo *Por qué los Pigmeos no se asustan con el tema de 'Psicosis'*<sup>362</sup> publicado en la revista NPR Goats and soda, Michaelleen Doucleff, narra el experimento realizado por la antropóloga Nathalie Fernando y el neurocientífico Stephen McAdams. Los Pigmeos Mbenzele son conocidos por su música rica y compleja. Todo el mundo en la comunidad es un músico, cantan, bailan y tocan instrumentos a partir de una edad temprana, pero la forma en que sienten la música es muy diferente a como los occidentales la sienten. Los pigmeos no usan la música para expresar emociones, la música es optimista y alegre porque debe desprender energía positiva para deshacerse de las emociones negativas cantando música ya que uno de los papeles principales de la música en su cultura es evacuar malos sentimientos. El uso de la música por esta tribu está ligado a muchas actividades de la vida y tiene un carácter a veces mágico, como herramienta de trabajo, muy diferente al uso que se hace en la cultura occidental, que es muy cercano al ocio, por eso quizá no es muy comparable el resultado que obtenemos.

Surgen varias preguntas sobre el uso de la disonancia en la música occidental después de leer estos artículos. En la historia de música occidental se ha utilizado en numerosas ocasiones la disonancia de forma explícita y, hoy en día se lleva más de un siglo en el que se usa libremente, pero ninguna de las corrientes que lo utilizan de forma explícita ha triunfado sobre las otras. Recordando las palabras de Alban Berg, donde decía que su música después de un tiempo sonaría tan natural como la de Mozart, cabría esperar que se hubiera dado ese aprendizaje en la cultura occidental desarrollando un gusto por lo que todavía no se aceptaba completamente como la disonancia. Y, sin embargo, no es así.

Por otro lado, se sabe que la música no es, ni ha sido nunca, un lenguaje universal. No sólo las personas dentro de la misma cultura sienten y entienden cosas diferentes con un mismo pasaje, sino que hay personas que son indiferentes a las obras

---

<sup>362</sup> DOUCLEFF, Michaelleen: "Why Pygmies Aren't Scared By The 'Psycho' Theme". En: Revista NPR. [<http://www.npr.org/sections/goatsandsoda/2015/01/09/375418410/why-pygmies-arent-scared-by-the-psycho-theme>]. Publicado el 9 de enero de 2015.

musicales. Intervienen componentes adquiridos y factores culturales para entender lo que se busca en ella. Son muy interesantes las palabras del pianista y director de orquesta Daniel Barenboim (n.1942) sobre cómo escuchar música:

*(...) es algo muy difícil, pues la música significa cosas diferentes para diversas personas; significa cosas diferentes para las mismas personas en diferentes momentos. (...) la música lo es todo al mismo tiempo. La música nunca ríe o sonríe, la música nunca llora, ella siempre llora y ríe al mismo tiempo. La música nos permite experimentar emocionalmente cosas que no podríamos conocer sin ese mundo fantástico que nos regala la música a través del sonido.*<sup>363</sup>

---

<sup>363</sup> BARENBOIM, Daniel: “How to listen – Daniel Barenboim”. En: [https://www.youtube.com/watch?v=Ko7XnNNwbVQ]. Vídeo publicado en el canal de Youtube ‘Peral Music’ el 7 de mayo de 2014.

### 5.3. La inarmonicidad de los instrumentos

Algunos instrumentos experimentan una serie de particularidades por construcción que los hacen especiales en la forma de producir el sonido por el timbre y los armónicos que generan. Esta característica produce la desviación de las frecuencias de los armónicos o parciales con respecto a los valores teóricos.

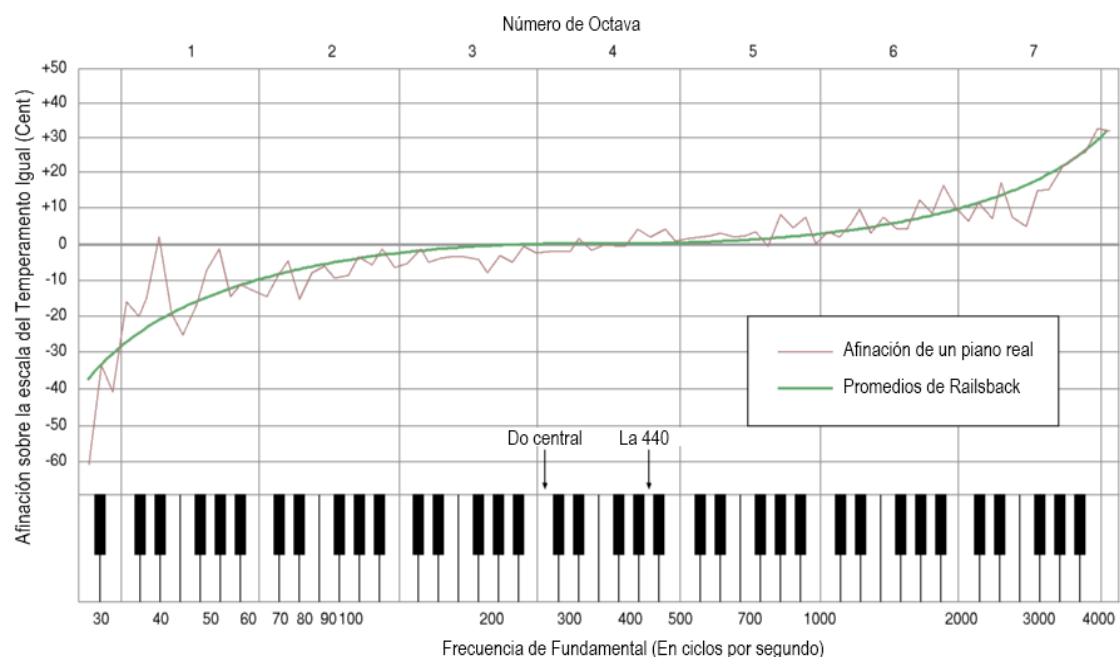
En el primer caso están los instrumentos de cuerda con teclado como son el clave y todos los tipos de piano. En estos instrumentos, la tensión, la rigidez y el grosor de las cuerdas no permiten que estas vibren con normalidad produciendo que la formación de los nodos esté desviada y, por consiguiente, que los parciales superiores tengan frecuencias algo más altas a los múltiplos de la frecuencia fundamental. Esto quiere decir que al afinar la Octava superior, se debe dejar un poco más alta o producirá pulsaciones con el primer armónico (2/1) de la nota fundamental grave, siempre que se afine por eliminación de pulsaciones. Esta forma de afinar viene definida por la curva de O. L. Railsback y en los afinadores electrónicos se presenta en varios grados de intensidad (*Stretching*).<sup>364</sup>

Si se empieza afinando desde la octava central del instrumento, hacia abajo y hacia arriba, se tendrá que afinar las notas agudas más agudas y las graves más graves como se puede apreciar en la curva de Railsback. Esta curva indica la desviación en cents<sup>365</sup> entre la forma de afinar habitual de un piano y la escala de temperamento igual.

---

<sup>364</sup> Prueba realizada con el afinador TLA CTS – 5.

<sup>365</sup> La teoría de dividir en cien el semitono temperado se debe al matemático inglés Alexander J. Ellis (1885).



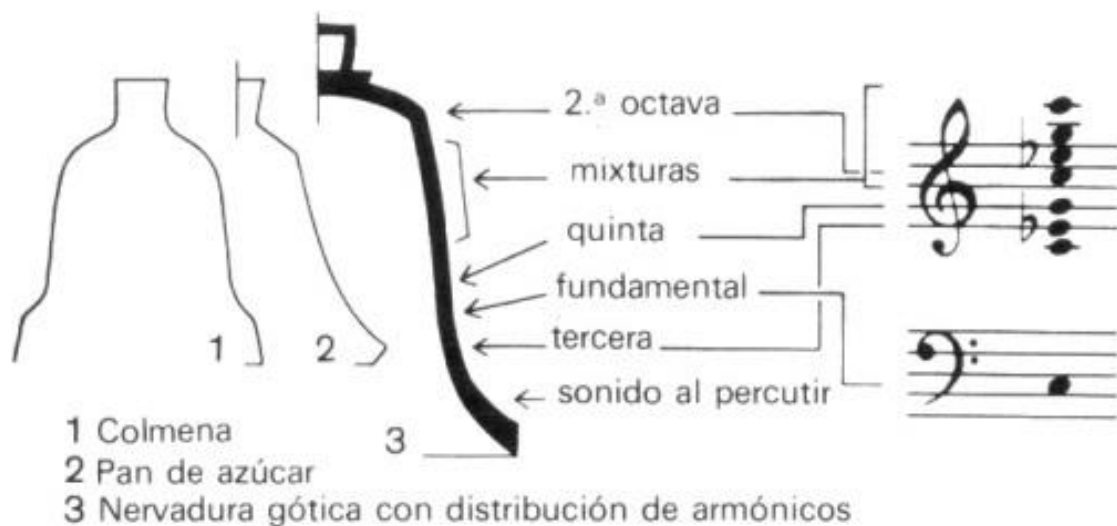
**Ilust. 26:** Curva de O. L. Rainsback (Wikipedia).

La forma de corregir esta inarmonicidad es utilizando cuerdas de mayor longitud con menor grosor, hechas de un material con fuerza de flexión baja. Así, se conseguirá un aumento de la longitud de onda y que el aumento de la fuerza de tensión sea mayor que la fuerza de flexión.

Otro caso interesante es el de las campanas. Fundidas en bronce, hierro, acero o, incluso, vidrio, según Ulrich Michels:

*La campana de vibración tridimensional tiene un tono de ataque imposible de medir físicamente, y una estructura espectral inarmónica de frecuencias parciales que dependen de la sección transversal de las nervaduras de la campana, de difícil cálculo.*<sup>366</sup>

<sup>366</sup> MICHELS, Ulrich: *Atlas de Música. Vol.I*. Madrid. Alianza Editorial. 1996. p.31.



**Ilust. 27:** Armónicos campanas (U. Michels).

La web *Campaners*,<sup>367</sup> dedicada exclusivamente a las campanas, destaca:

*Las campanas tienen cinco notas parciales o "armónicos", tres octavas, la tercera menor y la quinta. Cada nota se localiza en un nivel del perfil. Esta armonización ha cambiado a lo largo de los siglos, con las distintas estéticas musicales. Para afinar la campana, quitan metal del lugar donde se localiza la nota concreta. Se trata de un procedimiento industrial, y por tanto muy preciso: un milímetro de bronce menos en cierta altura de la campana puede cambiar un semitono arriba o abajo de uno de sus armónicos, y también afecta a las demás notas del conjunto. Sin embargo, las campanas mantienen siempre la nota original, por lo que se convierten en una especie de cápsula musical del tiempo.*

Hay más instrumentos inarmónicos, sobre todo dentro del campo de la percusión como pueden ser platillos, gongs, tam tams, etcétera, que irradian su energía de forma muy dispersa. Estos instrumentos no permiten al cerebro establecer ningún patrón como envolventes temporales o relaciones entre armónicos, imprescindibles para la percepción del tono, pero estos instrumentos pueden generar sonidos potentes creando una sensación de lleno en el auditorio.

<sup>367</sup> Extraído de la página web: [www.campaners.com], consultada en diciembre de 2016.

## 5.4. El temperamento

Dicho de forma sencilla, se puede definir *temperamento* como la forma de regular la distancia entre las partes en las que se divide la octava. Cada una de estas divisiones da lugar a los intervalos y, dependiendo de las teorías que sean consideradas, habrá más o menos divisiones y tendrán una amplitud u otra.

Lo ideal sería poder ajustar cada nota individual a su propia frecuencia, pero, como se va a ver, sólo la afinación pitagórica y la Justa Entonación buscan este objetivo ya que es imposible afinar Quintas y Terceras justas. Por este motivo, habría que añadir que temperar es variar convenientemente una serie de consonancias para que surjan escalas practicables llegando a una solución de compromiso. Uno de los problemas al alterar un intervalo es cómo le afectaría esto al resto.

El nacimiento y desarrollo de la polifonía exige el uso de Terceras y Sextas más justas. En los siglos XV y XVI hay una gran variedad de sistemas de afinación, fomentada en gran medida por los instrumentos de afinación fija como laudes, vihuelas e instrumentos de teclado que habían aparecido recientemente y comenzaban a desarrollarse. Será ya en el Renacimiento cuando se establezca la entonación natural o justa coincidiendo con los planteamientos de Ptolomeo.

Ante la imposibilidad de llevarla plenamente a la práctica surge el planteamiento de si la afinación justa es la natural y la deseable cuando parece haber una discrepancia entre naturaleza y arte. Esto propicia el surgimiento de una gran variedad de temperamentos de tonos medios o mesotónicos. Pero presentan el mismo problema que el sistema pitagórico, el círculo de Quintas no cierra.

Zarlino, gran defensor de la afinación justa, no concibe que la naturaleza haga nada en vano y que las consonancias del *senario* sean inaplicables a la música. Es el primero que tiene en cuenta y considera la *díesis enarmónica*. Por ello admite que las consonancias justas no se den en instrumentos artificiales, aunque se encuentren en potencia, pero que se dan en instrumentos naturales como la voz.



Vincenzo Galilei (1520 – 1591), en polémica con su maestro Zarlino,<sup>368</sup> se opone a la Justa Entonación por considerarlo un temperamento impracticable. Los instrumentos de trastes ya usaban un temperamento muy parecido al igual que establecía la proporción del semitono en 18/17 que, aunque 12 de éstos tampoco llegaban a cerrar la octava, la diferencia era irrelevante. Y es que el planteamiento del temperamento igual en los instrumentos de trastes era práctica habitual desde mucho antes y ante la pregunta de por qué hacían puntos intermedios (notas alteradas) entre las notas, la respuesta era porque sonaba bien.<sup>369</sup>

La polifonía renacentista de la *prima pratica*<sup>370</sup> deja paso a la *seconda pratica* basada en la monodia con acompañamiento propuesta por la *Camerata Florentina*<sup>371</sup> imitando a la música de la Antigüedad donde el texto cobra vital importancia. Esta nueva estética musical, paralela a la experimentación científica, irá provocando una necesaria liberación de la disonancia en la búsqueda de nuevos recursos musicales llenos de una nueva riqueza armónica, de semitonos,<sup>372</sup> así como la necesidad de modulación a tonalidades lejanas que mostrarían la idoneidad de un temperamento ya muy cercano al igual de raíces aristoxénicas. A todo esto, contribuyó también el abandono de la modalidad y la aplicación de la tonalidad.

Con el nacimiento de la acústica y el descubrimiento del fenómeno físico-armónico en el siglo XVII se produce la Revolución Científica, que dotará de una base física natural a los planteamientos matemáticos de Zarlino y Salinas. El temperamento habitual todavía es el mesotónico. Esto genera una gran paradoja puesto que con intervalos naturales no se puede construir una escala apta para la práctica musical o si no debería estar sometida a severas limitaciones.

---

<sup>368</sup> GOLDÁRAZ Y GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

<sup>369</sup> Ya Ramos de Pareja y Juan Bermudo nos hablan de esta práctica en sus tratados.

<sup>370</sup> Son términos para diferenciar el estilo antiguo (*prima pratica*) y el estilo moderno (*seconda pratica*). Dependiendo de la cita aparece como *pratica* o *prattica*.

<sup>371</sup> La Camerata Florentina (Camerata Bardi) fue un grupo de humanistas, músicos, poetas e intelectuales de Florencia de finales del renacimiento que se reunían para discutir y guiar las tendencias en las artes, especialmente en la música y el drama ya que consideraban que el uso excesivo de la polifonía, perjudicaba la inteligibilidad del texto cantado. Se reunieron principalmente entre cerca de 1573 hasta fines de los años 80, en casa de Bardi. Parte de los miembros fueron Giulio Caccini, Pietro Strozzi, Emilio de' Cavalieri y Vincenzo Galilei.

<sup>372</sup> Se puede apreciar bien el uso de las disonancias en madrigales de Claudio Monteverdi o de Carlo Gesualdo para hacerse una idea del atrevimiento de algunos compositores en el uso de las disonancias en aquella época.

El desarrollo musical del siglo XVIII, centrado en el proceso de modulación, hará que se planteen varias opciones de temperamentos irregulares que, separando las tonalidades diatónicas de las cromáticas, permitirá que cierre el círculo de Quintas y la posibilidad de modulación a cualquier tonalidad. Estos temperamentos surgidos en Francia y Alemania producirán que unas tonalidades queden favorecidas frente a otras, por lo general menos utilizadas dependiendo de la época, produciendo que cada tonalidad tenga una característica emocional especial o color, dado que las Quintas eran diferentes, que los compositores del barroco aprovecharon para escribir sus obras. Esa asociación emocional de cada tonalidad era la razón para mantener estos temperamentos irregulares frente al igual y lo que hizo que se retrasase su aplicación. En el temperamento igual esto no pasa puesto que todos los intervalos han sido igualados para que todos los semitonos midan lo mismo.

Pero para Rameau, con la adopción del temperamento igual, el carácter propio de la obra no viene dado por la tonalidad elegida sino por otros factores entre los que destaca el proceso de modulación a otras tonalidades.

## 5.5. Temperamentos antiguos

### 5.5.1. El temperamento pitagórico

De los tres tipos de afinación surgidos en Grecia, la pitagórica, el sistema de Aristóxeno y la división diatono – sintono de Ptolomeo, sólo la pitagórica pasó a la Edad Media a través de la obra de Boecio.

Aunque desconocía el fenómeno físico – armónico, gestó la base para el sistema de afinación pitagórica basado en el principio que él preconizó tomando la relación  $3/2$  extraída de los sonidos 2 y 3 de la serie armónica. De esta forma, si se parte de *do*,<sup>373</sup> se puede obtener doce Quintas naturales ascendentes hasta *si#*, multiplicando las frecuencias sucesivas por  $3/2$ . Cada uno de los doce sonidos de la escala se obtendría a partir de la concatenación del número de Quintas necesario para llegar a ese sonido.

El desajuste que se produce en este sistema es la *comma*<sup>374</sup> pitagórica, que resulta de la comparación de dos notas inmediatas que forman enarmonía y que se obtienen encadenando doce Quintas ascendentes menos 7 Octavas. Comparando dos notas enarmónicas, la más baja por colocación en el pentagrama es una coma pitagórica más alta que la otra. Así el sonido *si#* es una coma más alto que el *do* y el sonido *rebb* es una coma más bajo que *do*. Esto era producido porque la última Quinta formada al cerrar el círculo de Quintas, llamada Quinta del *lobo*, era más pequeña que el resto. En el Sistema de Pitágoras, donde once de las quintas son puras de relación  $(3/2)$ , la Quinta del *lobo* es igual a siete octavas menos once Quintas puras. La diferencia entre la Quinta del *lobo* pitagórica y las quintas puras es igual a la diferencia entre doce Quintas puras y siete octavas. Esto produce la coma pitagórica de la que se habló antes.

---

<sup>373</sup> Se podría partir de cualquier nota.

<sup>374</sup> A partir de ahora “coma”.

Esto conlleva que se forme un semitono diatónico pequeño llamado *limma*,<sup>375</sup> y otro cromático grande llamado *apótome*.<sup>376</sup> La coma pitagórica es la diferencia entre ambos.

El inconveniente de este sistema es que el resto de sonidos a partir de tres Quintas ya no coinciden con los quebrados que van formándose continuando la sucesión numérica. De esta forma las Terceras y las Sextas mayores se volvían demasiado grandes para dar una sensación de consonancia produciendo *pulsaciones*. Si se tuvieran que incluir todas las notas enarmónicas con diferente entonación en un instrumento de afinación fija habría que incluir 31 sonidos por Octava.

Explicado de otra forma, con este sistema se podría generar una cantidad enorme<sup>377</sup> de notas; por lo tanto se debe tener un criterio que permita parar cuando empiecen a repetirse los sonidos. Sin embargo, esto no ocurre y hay que conformarse con aceptar como iguales sonidos que sean muy parecidos o cercanos. Por esta razón se produce el *lobo*.

En resumen, es un sistema muy apto para la música monofónica y diatónica y otras formas musicales como el *orgamun paralelo* a la Quinta y a la Cuarta, como era en parte la griega y después la medieval, pero no para la armonía. Por estas razones los físicos se mostraron contrarios a este sistema.

En resumen, la afinación pitagórica nace de las siguientes operaciones con las Quintas:

Octava:  $2/1$

Quinta:  $3/2$

Cuarta:  $3/4$

Segunda mayor:  $9/8$ . 2 Quintas menos 1 Octava o una Quinta menos una Cuarta.

---

<sup>375</sup> *Limma*: Semitono menor diatónico en la afinación pitagórica, de razón  $256/243$  (90 cents.), como se vio al hablar de Arístides Quintiliano en el capítulo de la Disonancia como precursora. También llamado *hemitono*.

<sup>376</sup> Se debe recordar que es la diferencia entre el tono  $9/8$  y el semitono diatónico  $256/243$  que da cómo resultado  $2.187/2.048$ .

<sup>377</sup> *Op cit.* p.206. Según Goldáraz Gaínza, el círculo de Quintas justas se cierra con 53 Quintas.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 : 2^1 = \frac{9}{8}$$

Tercera mayor o ditono: 81/64. 4 Quintas menos 2 Octavas.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^4 : 2^2 = \frac{81}{64}$$

Sexta mayor: 27/16. 3 Quintas menos 1 Octava.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^3 : 2^1 = \frac{27}{16}$$

Séptima mayor: 243/128. 5 Quintas menos 2 Octavas.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^5 : 2^2 = \frac{243}{128}$$

Semitono: 256/243. Octava menos Séptima.

$$2 : \frac{243}{128} = \frac{256}{243}$$

### 5.5.2. La Justa Entonación y Zarlino

Con este nombre<sup>378</sup> se conoce a los temperamentos que añaden la proporción de 5/4 al sistema pitagórico para representar las Terceras ajustando algunas notas del sistema pitagórico. Se fundamenta completamente en la serie armónica. Los teóricos renacentistas encontraron en las teorías de Ptolomeo, que incluía la razón de 5/4, la justificación de sus propios intereses teóricos, aunque poco tuvieran que ver con la música griega.

---

<sup>378</sup> Se llama temperamento justo (Gama de los físicos) a la afinación que sigue la norma de adoptar en lo posible los intervalos de la serie armónica, en particular la tercera mayor. También llamada de Aristóxeno y Ptolomeo por estar basada en sus principios. Después fue desarrollada por Zarlino.

La inclusión de la consonancia de Tercera altera y complica el simple sistema pitagórico. Proporciones nuevas incluidas como nuevas consonancias:<sup>379</sup>

5/4: Tercera mayor.

6/5: Tercera menor.

5/3: Sexta mayor.

8/5: Sexta menor.

Estas consonancias son más sencillas que sus correspondientes pitagóricas ya que la Tercera mayor se compone de cuatro Quintas con la proporción de 81/64 mientras que la Tercera mayor justa es de 5/4, esto supone que el ditono pitagórico difiere en una *coma sintónica*<sup>380</sup> del justo (o puro) por lo que en algún lugar del recorrido habrá que restar esa coma.

La práctica hizo que se empezase a temperar rebajando las Quintas en una coma antes incluso de que apareciese teóricamente este temperamento en el siglo XVI.

Como pasaba en el sistema pitagórico con las Quintas, aquí ocurre algo similar con las Terceras. En la afinación justa se reduce una coma sintónica cada cuatro Quintas para tener Terceras mayores justas y por ello 12 Quintas menos 3 comas sintónicas ahora no llegan a 7 Octavas. Esa diferencia es una *díesis menor* que equivale a 3 comas sintónicas menos una coma pitagórica y por el contrario tres Terceras menores superan a una octava en una *díesis mayor* que equivale a reducir una coma sintónica cada 3 Quintas. Esto provoca que la Quinta del lobo sea más grande que la justa al reducirse el círculo de Quintas en 3 comas sintónicas respecto al pitagórico en la *díesis menor* y los semitonos cambian el orden respecto a la afinación pitagórica siendo mayor el diatónico que el cromático. En la *díesis mayor* es peor, incluso, ya que se reduce en 4 comas sintónicas dejando una Quinta del lobo muy grande

Zarlino sistematiza y lleva a su culmen el tratamiento teórico de este temperamento al teorizar sobre la octava cromática puesto que, tanto Ramos de Pareja como Ludovico Fogliano, se refieren principalmente al género diatónico sin saber cómo tratar bien el género cromático. En este sistema no todos los intervalos constituidos por

---

<sup>379</sup> Recordar el número senario de Zarlino. En 3.6.4.1. El número *senario* de Zarlino. p.135.

<sup>380</sup> También llamada coma de Didymos (s.I a.C.) con razón musical de 81/80. (21.5 cents). Una Octava contiene aproximadamente, 55,80 comas sintónicas.

el mismo número de tonos están considerados de igual manera. Emplea marchas de Terceras ascendentes (5/4) o descendentes (4/5) combinadas con Quintas (3/2) naturales ascendentes o descendentes (2/3).

Aparecen dos clases de tono, el grande (9/8) y el pequeño (10/9) y tres clases de semitono, el cromático (24/25), el diatónico (16/15) y el diatónico correspondiente a un tono grande (27/25).

Como resultado de la comparación entre los tres Semitonos, se obtienen las tres comas siguientes:<sup>381</sup>

- *La coma sintónica*: es la diferencia entre un Semitono diatónico correspondiente a un tono grande (9/8) y un Semitono diatónico correspondiente a un tono pequeño (10/9),  $(9/8) : (10/9) = 81/80$ .

Es la diferencia entre el ditono pitagórico y la Tercera mayor pura del sistema justo, igual a la que existe entre los armónicos 4 y 5 de la serie armónica.

$$(81/64) : (5/4) = 81/80.$$

Es la diferencia entre la Tercera menor pura que existe entre los armónicos 5 y 6 de la serie armónica, y la Tercera menor pitagórica.  $(6/5) : (32/27) = 81/80$ .

Es la diferencia entre los Semitonos diatónico y cromático.

$$(16/15) : (256/243) = 81/80.$$

Añade Gallaga Sabín:

Es la diferencia entre la Sexta mayor pitagórica y la Sexta mayor “zarliniana”.

Es la diferencia entre la Séptima mayor pitagórica y la Séptima mayor “zarliniana”.

- *La coma grande*: es la diferencia entre un Semitono diatónico correspondiente a un Tono pequeño y un Semitono cromático.
- *La coma abierta*: es la diferencia entre un Semitono diatónico correspondiente a un Tono grande y un Semitono cromático.

---

<sup>381</sup> En el libro: GALLAGA SABÍN, Juan María: *Estudio completo de las comas acústicas y del resto de los intervalos en los distintos sistemas de afinación*. Bilbao. Beta. 2007, se puede encontrar un estudio pormenorizado de todas las comas existentes en los diferentes temperamentos.

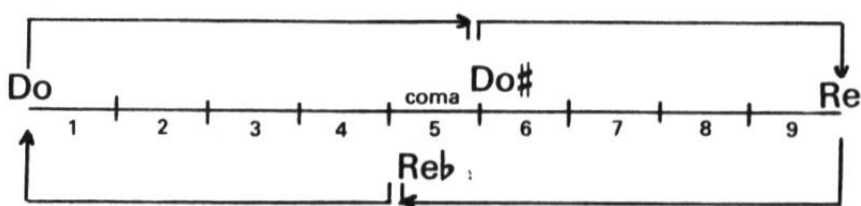
Al basarse por completo en la serie armónica, desde el punto de vista físico es el sistema más exacto. Pero desde el punto de vista sensitivo para Gallaga Sabín resulta un tanto antimusical, ya que desde el punto de vista práctico resulta un sistema muy complejo y con numerosos inconvenientes para su aplicación en instrumentos de sonidos fijos.

Mientras que para la línea melódica puede resultar algo desagradable, ya que los intervalos de Tercera, Sexta y Séptima mayores resultan demasiado bajos y los menores resultan demasiado altos, armónicamente es el sistema idóneo para los acordes perfectos mayores y menores puesto que no produce pulsaciones.

### 5.5.3. El temperamento de Holder

Ideado por el teórico británico William Holder (1614 – 1696) sobre la adaptación del sistema de Pitágoras a una unidad de medida que figurara un número exacto de veces en la octava justa. Dividió la octava en 53 partes, siguiendo un criterio personal, obteniendo así una coma intermedia entre la pitagórica, más grande, y la sintónica, más pequeña. En este sistema son iguales todos los intervalos del mismo calificativo.

De esta manera, el intervalo de octava justa contiene 5 tonos y 2 semitonos diatónicos por lo que el tono se divide en 9 comas correspondiendo 4 comas al semitono diatónico, y 5 al cromático.



**Ilust. 28:** Coma de W. Holder (D. de Pedro).

De esta forma se tiene que 5 tonos multiplicados por 9 comas dan 45 comas, esto sumado a los dos semitonos diatónicos que faltan (de 4 comas), da como resultado 8. Entonces  $45 + 8 = 53$  comas por Octava. Mientras que en el sistema Pitagórico y en el



de Zarlino los valores de los intervalos son racionales, en el sistema Holder son irracionales porque así lo decidió su autor. Aunque es mejor que el sistema pitagórico en intervalos como las Terceras, Sextas y Séptimas, sustituye las racionales Cuartas y Quintas por otras arbitrarias. En este sistema la coma es la diferencia entre el tono diatónico y el tono cromático.

En el orden práctico, en resumen, presenta el mismo problema que el sistema pitagórico aunque por motivos diferentes.

Ya Antonio Soler, al hablar del semitono explica que un tono tiene nueve comas, que deja un semitono mayor de 5 comas que es el cantable y otro menor de 4 comas, que es el semitono incantable:

*Aunque al Tono (...) le compongan estos dos semitonos, no por esso piensen, que este nombre Semitono esta compuesto de la voz Semi, que quiere decir medio, (...) pues un Tono consta de nueve Comas, y la Coma es impartible, segun la comun.*<sup>382</sup>

Stuart Isacoff, refiriéndose a afinaciones antiguas, lo expresa de la siguiente manera:

*Con este tipo de afinación, clavicémbalos y órganos (instrumentos antecedentes del piano), podían producir armonías de mágica y pura suavidad, y un instante después, el músico trataba de repetirlas en otra zona del teclado produciendo disonancias estridentes. Los compositores eran prisioneros de esta práctica abstrusa, y sin embargo la resistencia hacia una solución que nosotros, hoy, encontramos perfectamente aceptable –el temperamento igual– era tan fuerte que la idea permaneció como un tabú por generaciones.*

*El origen de estas cuestiones debe ser buscado en los antiguos griegos que habían derivado los sonidos musicalmente más significativos hacia una inviolable relación matemática considerada como la huella digital de los dioses. Las proporciones que hacían que dos notas distintas se fundieran entre ellas para formar una unión agradable al oído eran consideradas sagradas. Siglos después la afirmación de parte de Pitágoras, de que el número es la esencia de cada cosa y que la regularidad del universo (armonía) se revelaba en simples relaciones numéricas (...) De la mano de la evolución del arte musical se fue formando una paradoja alarmante que amenazaba*

---

<sup>382</sup> SOLER, Antonio: *op.cit.* p.14.

*socavar y debilitar todo el ordenamiento. Si clavicémbalos y órganos estaban de acuerdo en respetar fielmente una de estas venerables fórmulas, ellas se volvían del todo inadecuadas para reproducir las otras. (...) Entonces ciertas combinaciones de sonidos que debían sonar dulces y consonantes resultaban a menudo sobre los antiguos instrumentos de teclados, estridentes y disonantes. En busca de una solución los músicos comenzaron a temperar, es decir a alterar levemente la afinación de sus instrumentos alejándose de los antiguos ideales.*<sup>383</sup>

Entonces, se puede deducir que una afinación temperada fuera del fenómeno físico – armónico da como resultado que varias consonancias se desvían de sus justas proporciones y se establecen en números irracionales,<sup>384</sup> lo cual puede parecer un error, pero se observa que un intervalo que se aproxime lo suficiente al intervalo de Quinta de proporción  $3/2$  será mucho más consonante que otro cuya proporción sea exactamente la de los números sencillos  $9/8$ . Es decir, el temperamento puede rebajar el grado de consonancia de un intervalo pero no tanto.<sup>385</sup> Ésta, es una de las ideas que favorecen la aceptación del temperamento igual.

Explicado de otra forma, Goldáraz Gaínza, hablando de Galileo Galilei dice:

*Pudiera ser que las notas de los intervalos temperados nunca coincidan, lo cual no hace que el oído ‘los reciban con disgusto’. Es más, cuanto más ligeramente esté desviado un intervalo más tarde coincidirían las pulsaciones si es que lo hacen, pero, al contrario, la experiencia auditiva indica que los temperamentos son más soportables cuanto menos desviados estén los intervalos respecto a las razones justas (...) el sonido consiste en una cierta sucesión de pulsos o percusiones más o menos rápidas.*<sup>386</sup>

Descartes lo expresa así hablando de intervalos consonantes disminuidos en un *schisma*:

*(...) el intervalo del schisma es tan pequeño que apenas son capaces de distinguirlo los oídos, estas disonancias toman prestada la dulzura de las consonancias*

---

<sup>383</sup> ISACOFF, Stuart: *Temperamento, Storia di un enigma musical*. Torino. EDT. 2005. Traducción del autor del trabajo.

<sup>384</sup> Recordar todos los tratados antiguos consultados y las proporciones que establecían.

<sup>385</sup> Consultar los gráficos sobre consonancia sensorial y picos de consonancia de Akio Kameoka y Mamoru Kuriyagawa representados en el primer capítulo del libro de Amaya Sara García Pérez. También en KAMEOKA, Akio; KURIYAGAWA, Mamoru: “Consonance Theory Part:I Consonance of Dyads” En: *Journal of the Acoustical Society of America* 45. 1969. pp.1451 – 1459.

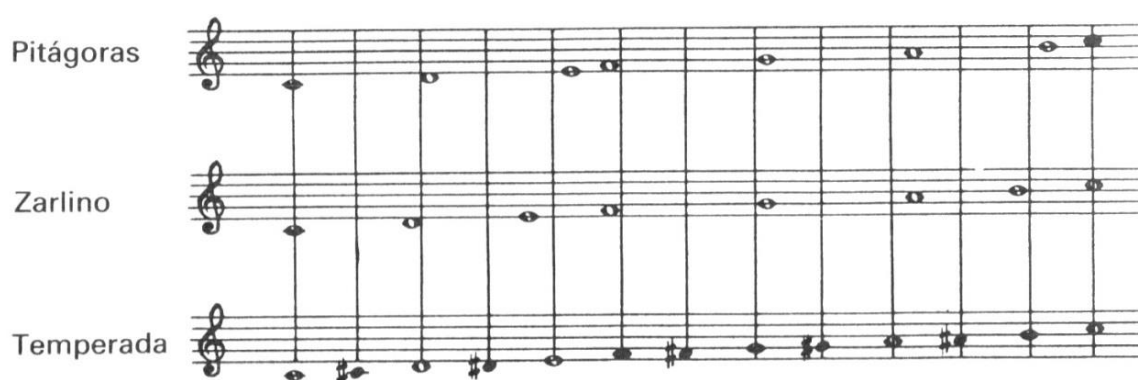
<sup>386</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

que tienen cerca. Y los términos de las consonancias no están tan indivisiblemente constituidos que, si se modifica uno de ellos sólo un poco, al punto desaparezca toda la dulzura de la consonancia.<sup>387</sup>

Intervalo	Nota	Intervalos justos	Cents	Afinación Pitagórica	Cents	Afinación igual	Cents
Unísono	Do	1	0	1	0	1	0
2ª menor	Do#	16/15	111,73	256/243	90,22	$2^{1/12}$	100
2ª mayor	Re	10/9	182,40	9/8	203,91	$2^{1/6}$	200
3ª menor	Mib	6/5	315,64	32/27	294,13	$2^{1/4}$	300
3ª mayor	Mi	5/4	386,31	81/64	407,82	$2^{1/3}$	400
4ª justa	Fa	4/3	498,04	4/3	498,04	$2^{5/12}$	500
4ª aumentada	Fa#	45/32	590,22	729/512	611,73	$\sqrt{2}$	600
5ª disminuida	Solb	64/45	609,78	1024/729	588,27		
5ª justa	Sol	3/2	701,96	3/2	701,96	$2^{7/12}$	700
6ª menor	Lab	8/5	813,69	128/81	792,18	$2^{2/3}$	800
6ª mayor	La	5/3	884,36	27/16	905,87	$2^{3/4}$	900
7ª menor	Sib	9/5	1017,60	16/9	996,09	$2^{5/6}$	1000
7ª mayor	Si	15/8	1088,27	243/128	1109,78	$2^{11/12}$	1100
Octava	Do'	2	1200	2	1200	2	1200

**Tab. 9:** Comparación entre la Justa Entonación, temperamento pitagórico y temperamento igual.

A veces, la distancia de Segunda mayor de la Justa Entonación aparece con la proporción de 9/8 (tono mayor) con una dimensión de casi 204 cents, dos schismas más que el tono temperado.



**Ilust. 29:** Comparación de sistemas de afinación (D. de Pedro).

<sup>387</sup> DESCARTES, René: *op. cit.* p.100.

#### 5.5.4. Problemas de la aplicación práctica de la Justa Entonación<sup>388</sup>

Todos los temperamentos contienen algunas imperfecciones utilizando algunos de intervalos que no son puros. Sin embargo, los temperamentos son necesarios en los instrumentos de alturas fijas. El problema surge en el canto polifónico renacentista *a capella* en el que, supuestamente, está liberado de alturas fijas y se podría utilizar solamente intervalos puros. Para Zarlino era la forma natural en la que se debían aplicar los intervalos evitando los temperamentos artificiales, aunando teoría y práctica.

Esta fue una posición muy criticada puesto que, al utilizar intervalos puros, la afinación de la obra variaría durante la interpretación; la solución no es tan sencilla. Por ejemplo, si se quiere formar un acorde mayor sobre la nota do y se busca que la Quinta y la Tercera mayor sean puras, se observa que la Tercera que sale del sistema pitagórico es demasiado alta (por Quintas → do – sol – re – la – mi). La Tercera mayor pura que se busca está una coma sintónica por debajo de la pitagórica (como se ha visto antes). Con este cambio también se produciría una Tercera menor pura entre mi y sol. Del mismo modo si se quisiera formar un acorde menor puro sobre do, el mi bemol tendrá que estar una coma sintónica por encima del mi bemol pitagórico. En resumen, se empieza con Quintas puras, pero para conseguir Terceras y Sextas se debe mover una coma sintónica arriba o abajo.

Teóricamente, esto podría ser una buena solución, pero cuando se aplica a la música surgen varios problemas:

1. Si se utilizan sólo intervalos puros puede cambiar el diapasón (afinación):

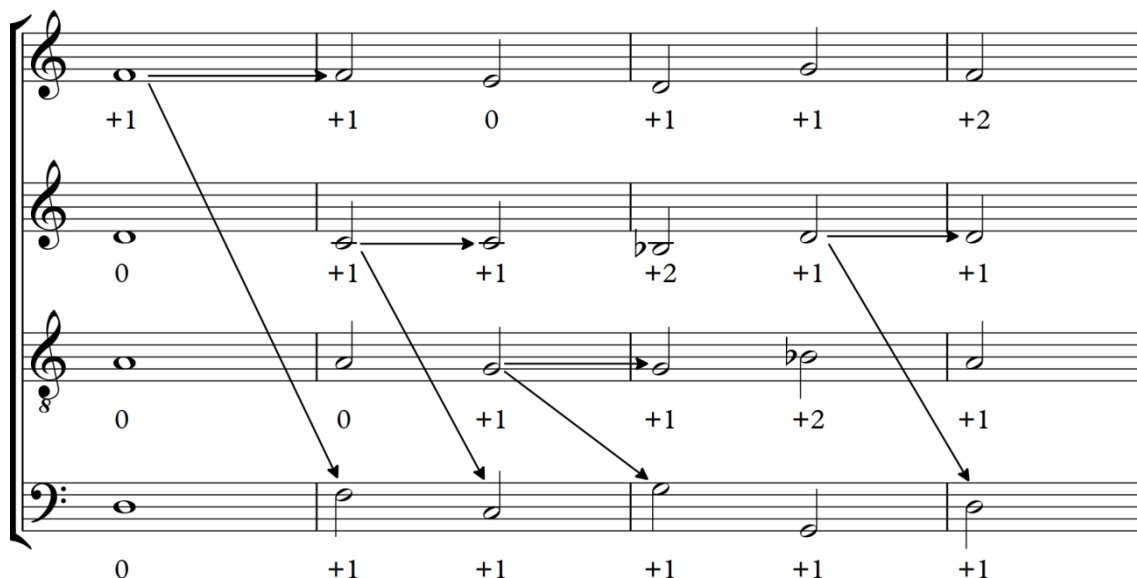
---

<sup>388</sup> Extraído de la web: [<http://www.earlymusicsources.com/home/more/youtube/justintonation>]. Fuentes de música antigua. Traducción: Alfonso Sebastián Alegre.



**Part. 3:** Ejemplo coral a cuatro partes.

Si se toma este ejemplo coral, se ve que, para afinar correctamente el primer acorde, el fa debe estar una coma sintónica más alta para ser pura. El siguiente acorde va a estar basado en ese fa, por lo que el do deberá ser una coma más alto (el la no porque respecto al fa, como Tercera mayor, está bien afinado al estar una coma más bajo). Se procede de la misma forma en el acorde siguiente basado en do, por lo que el sol quedará una coma más alto. Al estar ahora el sol más alto, al llegar al acorde de Sol menor del tercer compás, el si bemol quedará dos comas más alto y el re una, por lo que, al llegar al último acorde, el re del primer acorde no es el mismo. En la ilustración se puede ver con las indicaciones por comas y las notas de referencia.



**Part. 4:** Ejemplo de la aplicación de la Justa Entonación (comas).

Que un pasaje se pueda bajar una coma es un mal menor, el problema surge en la música estrófica, muy habitual en la época. Al ir repitiendo estrofas, la bajada del diapasón en cada estrofa puede acabar siendo muy evidente.

2. Es más importante que los intervalos armónicos sean puros por lo que los intervalos melódicos se pueden ver comprometidos. Puede haber pasajes que resulten desafinados al estar las notas de la melodía bajas o altas, cosa que se notará especialmente en las cadencias.
3. Requiere un control de la microentonación demasiado elevado. Los errores humanos pueden contribuir a intensificar o paliar estos errores.

No existe terminología ni notación histórica que recoja toda la variedad de intervalos melódicos que se pueden dar en la Justa Entonación ni de cómo se podían transmitir ese tipo de sutilezas dentro de la afinación en las partituras. Si hubo una práctica de la Justa Entonación no dejó pistas. Además, el análisis previo que necesita una partitura en versión justa es demasiado laborioso y más teniendo en cuenta que, en los siglos XVI y XVII, se utilizaban partituras con las voces separadas en los libros de facistol. Por eso, aunque se pudiese practicar en la música *a capella*, cuando se utilizaba acompañamiento de instrumentos, estos marcarían el tipo de afinación utilizando intervalos que no eran puros, por lo que es muy posible que la Justa Entonación fuera un sistema que nunca se llevó a la práctica.

Zarlino<sup>389</sup> dice que, como los cantantes cantan intervalos justos por naturaleza, se producen pequeños desajustes con los instrumentos pero que es la mejor solución cuando se toca en conjunto.<sup>390</sup> Compositores de madrigales cromáticos como Carlo Gesualdo (1566 – 1613) Luzzasco Luzzaschi (1545 – 1607) o Domenico Mazzocchi (1592 – 1565), se interesaron por teclados cromáticos especiales como el que ideó Vicentino y, aunque no hay evidencias de que los llegasen a utilizar en las interpretaciones, es posible que en su composición y preparación se vieran inspirados por este tipo de instrumentos ayudando a los cantantes a mejorar su entonación.

No hay ninguna evidencia de que los cantantes cantasen en un temperamento concreto y la mayor parte de las pruebas proceden de escritos teóricos que poco tienen que ver con la práctica.

---

<sup>389</sup> ZARLINO, Gioseffo: *Le Istitutioni harmoniche*. Venecia. Francesco dei Franceschi Senese. 1558. Parte seconda, cap 45, p.136. En otro sitio (*Sopplementi musicali* 1588 p.151), escribe que, cuando se canta con instrumentos, los cantantes cantarán de acuerdo con los instrumentos, por lo tanto, bajo un temperamento.

<sup>390</sup> Recordar la figura de Vicentino.

## 5.6. Los buenos temperamentos

Se llama a estos temperamentos “buenos” porque en ellos, gracias a diferentes ajustes, se pueden utilizar todas las tonalidades sin que haya *quinta del lobo*. Surgidos ya en el siglo XVIII, tienen características especiales según dónde se den:

- Francia: Afinación en mesotónico que es el producto de distribuir de forma igual la coma sintónica en que exceden cuatro Quintas<sup>391</sup> a una Tercera mayor. Cada una de éstas disminuirá  $\frac{1}{4}$  de la coma. Se trata de repartir la imperfección resultante entre las Quintas cromáticas de forma progresiva hasta hacer practicable la del lobo. El temperamento francés depende más del buen gusto que de reglas precisas de afinación.
- Alemania: Se repartía la coma pitagórica entre algunas Quintas diatónicas de forma que las Terceras, sin ser justas, se acercasen lo más posible a las puras mientras el círculo de Quintas se cierra. Fueron especialmente famosos los temperamentos de Johann Georg Neidhardt y Johann Philipp Kirnberger y los seis de Andreas Werkmeister.
- Italia: Relega la imperfección a las Quintas cromáticas manteniendo la naturalidad del género diatónico. Fue especialmente famoso el de Francescantonio Vallotti.
- En Inglaterra, el temperamento de Thomas Young (1773 – 1829) alrededor de 1800 fue el más famoso.

Todos estos temperamentos llegan siempre a resultados similares.

En el año 1674 el padre José de Zaragoza habla sobre el círculo de Quintas de los temperamentos:

*Este circulo es imposible, si las consonancias han de guardar su justa medida (...). Pero sacando las consonancias de su lugar, de suerte que no ofendan al oido, es facilísimo, pues solo consiste en diuidir la Octava, ò diapason en partes iguales.*<sup>392</sup>

---

<sup>391</sup> Menos dos Octavas.

<sup>392</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*



Basa la división de la Octava dependiendo de cómo se divida el tono: En 2, 3 o 5 partes, etcétera. De estas divisiones la más simple es la de 12 semitonos iguales por octava, por lo que tiene muchos partidarios.

El temperamento igual, como ya se ha visto, recibe el nombre por Bartolomé Ramos de Pareja como forma de solucionar los inconvenientes prácticos que daba el sistema pitagórico al aplicarlo a instrumentos de sonidos fijos.<sup>393</sup> El planteamiento es, por tanto, anterior a los sistemas de Zarlino y Holder.

Este sistema se fundamenta en la eliminación de toda diferencia entre notas enarmónicas. La octava se divide en 12 semitonos exactamente iguales, por lo tanto, la distancia más pequeña que tiene es el semitono. En el sistema temperado, ninguno de los intervalos (exceptuando la octava que es igual en todos) coincide con los de la escala física. Como dice Juan María Gallaga Sabín: *“pero sólo por una diferencia prácticamente inapreciable para el ser humano”*<sup>394</sup> ya que nuestro oído carece, afortunadamente, de la capacidad de contar vibraciones. De esta forma las Quintas resultan ligeramente más pequeñas, las Cuartas ligeramente más grandes, la Tercera mayor es más grande, etcétera, que en el sistema físico. Como en el resto de temperamentos, la suma de los valores acústicos de los siete intervalos temperados coincide con el valor de la octava. Desde el concepto físico se considera un sistema falso pero desde el punto de vista práctico es muy útil.

Aunque se gesta varios siglos antes, y los músicos prácticos ya lo utilizaban<sup>395</sup> como forma de solucionar los problemas que se les planteaban al temperar los instrumentos, no será hasta finales del siglo XVIII cuando se acabará implantando este sistema. No obstante siguen apareciendo alternativas teóricas a la implantación efectiva del temperamento igual.

En un paso tan difícil en la música, los críticos han lamentado la pérdida de la belleza y del impacto emotivo de la música con un temperamento igual, como es el caso de Rousseau al enterarse de la decisión de Rameau de convertirse al temperamento

---

<sup>393</sup> Para Goldáraz Gaínza, esta atribución a Ramos de Pareja es completamente falsa.

<sup>394</sup> GALLAGA SABÍN, Juan María: *Estudio completo de las comas acústicas y del resto de los intervalos en los distintos sistemas de afinación*. Bilbao. Beta. 2007.

<sup>395</sup> El temperamento igual o variaciones de los temperamentos mesotónicos aproximadas al temperamento igual.

igual.<sup>396</sup> Por otro lado, los defensores del cambio sostenían que siendo todo subjetivo, el oído y la mente humana sabrían adaptarse rápidamente a la novedad

Según Joseph Sauveur (1653 – 1716), la mejor división de la octava es la que se hace con pocas partes y lo más cercanas a los intervalos naturales.<sup>397</sup> Lo que es evidente es que el temperamento igual solucionaba muchos problemas que existían alrededor de la división más efectiva de la octava en un momento en el que los grupos instrumentales crecían y había que dar una solución al temperamento. Por otro lado, en el final del Barroco, durante el Clasicismo y en adelante, los compositores están más ocupados en asuntos como la armonía, la modulación, el desarrollo de los instrumentos y de la forma, etcétera, que de encontrar el temperamento perfecto, aunque aparecen muchas teorías nuevas que van surgiendo a raíz de la división de la Octava y que se fundirán con las nuevas teorías microtonales del siglo XX como las de Ferruccio Busoni.

Los grupos instrumentales que hoy en día hacen música basada en criterios historicistas, utilizan desde los primeros fortepianos del clasicismo, el temperamento igual en instrumentos de afinación fija. Además de por cuestiones prácticas, la razón estriba, fundamentalmente, en el timbre de estos instrumentos. Desde una visión acústica, el clave posee muchos armónicos superiores bastante audibles que aportan brillantez al sonido, pero por el contrario, las pulsaciones que se producen incluso en intervalos como las Quintas quedan acentuadas y nos llevan a utilizar determinados temperamentos irregulares para atenuarlas.

Se dice que los músicos de cuerda varían su afinación buscando intervalos perfectos cuando tocan con bemoles o sostenidos. Johann Joachim Quantz (1697 – 1773) dice a este respecto en 1752:

*Cualquier teclista que conozca la proporción de los intervalos sabrá también que los semitonos menores (como re# y mib) difieren una coma entre sí, y por consiguiente causan en este instrumento –en el que no hay teclas divididas– ciertas desigualdades en la afinación respecto a los demás, que sí pueden tocar esas notas en su justa proporción. Esto resulta evidente sobre todo cuando el clave toca al unísono con algunos de dichos instrumentos. Como no siempre pueden evitarse esas notas, sobre todo en las tonalidades con muchos sostenidos o bemoles, el acompañante hará*

---

<sup>396</sup> GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

<sup>397</sup> *Ibíd.*

*bien escondiéndolos, siempre que pueda, en alguna voz intermedia o inferior, u omitiéndolos directamente cuando una de esas notas forma una tercera menor. Porque las terceras menores en particular suenan muy imperfectas y defectuosas cuando se dan al unísono con la parte principal en la octava superior.*<sup>398</sup>

Pero John R. Pierce dice a este respecto: *Las mediciones realizadas demuestran que no ocurre ni lo uno ni lo otro.*”, y después añade:

*Hemos visto que no se pueden elegir las frecuencias de una escala de siete tonos (o de doce tonos) de tal manera que las relaciones de frecuencias de las notas de los intervalos sean razones de número enteros y hemos visto que la afinación temperada, basada en semitonos de relación de frecuencias de 1,059463, da una excelente aproximación a los intervalos ideales, y que estas aproximaciones son las mismas para las escalas en todas las tonalidades.*<sup>399</sup>

Hay que tener en cuenta que las afirmaciones de Quantz se hicieron en el siglo XVIII cuando todavía había muchas discusiones sobre cuál era el temperamento correcto, mientras que Pierce, efectúa sus afirmaciones en la segunda mitad del siglo XX cuando el uso del temperamento igual era completamente estable en la música.

Concluye Isacoff:

*De la aceptación general del temperamento igual derivó parte de la música más bella jamás compuesta.*<sup>400</sup>

Habrà que esperar hasta finales del siglo XIX, con el desarrollo de la acústica, la electricidad, el invento del altavoz, etcétera, para volver a despertar en los compositores el interés por la acústica.

---

<sup>398</sup> QUANTZ, Johann Joachim: *Ensayo de un método para tocar la flauta travesera*. Madrid. Dairea. 2015. pp. 352 – 353.

<sup>399</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985. p.70.

<sup>400</sup> ISACOFF, Stuart: *op. cit.*

## 5.7. La estandarización de la frecuencia de afinación

Hasta el s.XIX no hubo una idea clara de estandarizar la afinación musical, por lo que en Europa varió bastante llegando a oscilar la afinación del la<sup>401</sup> entre 400 y 480 Hz aproximadamente. En 1711 el músico británico John Shore inventó el diapasón<sup>402</sup> pero no se llegó a fijar ningún estándar de afinación encontrándose varios diapasones de la época con diferentes afinaciones.

Actualmente, para interpretar la música histórica, se utilizan las siguientes afinaciones:

- 460 Hz para una parte de la música renacentista.
- 415 Hz para la música barroca (392 Hz para la música clavecinística francesa).
- 430 Hz para la música del periodo clásico y primer romanticismo.
- 440 Hz en el s.XX o, incluso, 442 Hz y 444 Hz dependiendo de las orquestas.

<sup>401</sup> El índice acústico es un método para identificar la altura de las notas de la escala. Combina el nombre de la nota con un número que indica la octava a la que corresponde esa nota en particular. Hay dos sistemas:

Sistema Franco-belga

Sistema Internacional

El la más grave del piano, con una frecuencia de 27,5 Hz, sería el la-1 en el sistema franco-belga y la<sub>0</sub> en el sistema internacional. El sistema internacional, propuesto por R. Young, fue normalizado en el 121° de la Acoustical Society of America (ASA) en Nueva York, en 1939. Muestra las octavas que una determinada frecuencia tiene por encima del do<sub>0</sub> (16,3516Hz), que es la nota más grave del órgano, cercana a la frecuencia más baja percibida por el oído humano. Tomando como referencia el do<sub>4</sub> se sabe que hay cuatro octavas audibles por debajo de esa nota. Es el sistema que se utiliza actualmente.

<sup>402</sup> FELDMANN, H.: "History of the tuning fork. I: Invention of the tuning fork, its course in music and natural sciences. Pictures from the history of otorhinolaryngology, presented by instruments from the collection of the Ingolstadt German Medical History Museum". En: *Laryngo-rhino-otologie* 76 (2): 116–22. doi:10.1055/s-2007-997398. PMID 9172630. 1997.

La idea de subir la afinación en las orquestas modernas responde a una cuestión de timbre, al volverse más brillantes, y en segundo lugar a cuestiones de afinación, dado que los instrumentos de viento vienen afinados ligeramente más altos para tener margen de afinación. Esto produce que la relación de agujeros (y secciones de tubo en viento metal) se mida en función de un tubo generalmente más corto que responde a una afinación más alta. Hoy en día, aunque se han solucionado bastante estos problemas, se afina siguiendo la pauta del oboe, al ser el instrumento más sensible a los cambios de temperatura y humedad de las salas de concierto (aunque muchos oboístas utilizan actualmente dispositivos electrónicos para afinar).

El místico austriaco Rudolf Steiner (1861 – 1925) advirtió que la afinación actual del la4 establecida a 440 Hz tenía un *brillo diabólico*, prefiriendo la afinación a 432 Hz como *espiritualmente edificante*. La investigadora Maria Renold (1917 – 2003) fue influenciada por Steiner e intentó llevar a la práctica varios experimentos sobre las teorías de Steiner. En su libro *Intervalos, Escalas, Tonos y la Afinación de Concierto c = 128 Hz*,<sup>403</sup> explica cómo llevó a cabo los diferentes experimentos sobre los efectos que producía la afinación a 440 Hz y 432 Hz en los oyentes. Durante 20 años seleccionó a miles de personas en varios países para evaluar sus sensaciones con cada afinación.

Según Renold, el 90% prefirió la afinación a 432 Hz utilizando descripciones como *perfeccionada, correcto, pacífico, soleado*, etcétera, calificándola de buena para la salud con efectos positivos. Por el contrario, describieron la afinación a 440 Hz como *incómodo, opresivo y de mente estrecha*.<sup>404</sup>

Por otro lado, Trevor Cox, profesor de acústica e ingeniería de sonido de la Universidad de Salford, realizó en el año 2013 un estudio informal sobre la percepción y preferencias entre diferentes afinaciones en doscientos sujetos de estudio. Seleccionó diez<sup>405</sup> canciones y las agrupó de acuerdo a las diferentes respuestas emocionales y sensaciones que creaban. Según Cox:

*La gente puede pensar que la música suena mejor a 432 Hz y por lo tanto que la aplicación de una corrección de afinación a sus canciones favoritas mejorará la*

---

<sup>403</sup> RENOLD, Maria: *Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch c = 128 Hz*. East Sussex. Temple Lodge. 2004.

<sup>404</sup> *Ídem*.

<sup>405</sup> Extraídas de: [<http://freemusicarchive.org/>].

*calidad, pero para las personas que participaron en mi experimento esto no era cierto. 432 Hz y 440 Hz se clasificaron con la misma preferencia.*<sup>406</sup>

Este estudio sirvió para refutar, o por lo menos cuestionar, el de Maria Renold y algunas teorías, no probadas, surgidas sobre los experimentos realizados por el régimen nazi en la Segunda Guerra Mundial. En estas teorías se aseguraba que se subió intencionadamente la afinación a 440 Hz como una forma de control social.<sup>407</sup> En cualquier caso, las atribuciones divinas al número 432 son arbitrarias y están llenas de suposiciones forzadas o, directamente, no probadas.<sup>408</sup>

La primera recomendación sobre la frecuencia de afinación musical fue en el año 1955 con la Recomendación ISO R 16 que fue posteriormente sustituida por la Norma de 1975. Según reza:

*El Comité ISO / TC 43 ha revisado la Recomendación ISO R 16 y ha encontrado Técnicamente apto para la transformación. Por lo tanto, la norma internacional ISO 16 sustituye a la Recomendación ISO R 16-1955 la cual es técnicamente idéntica.*<sup>409</sup>

La Norma de 1975 lleva el epígrafe de *Frecuencia de afinación musical estándar*,<sup>410</sup> estableciendo que:

1. La nota la del segundo espacio de la clave de sol se fija en 440 Hz.
2. Los instrumentos musicales se afinarán en una frecuencia lo más cercana posible.
3. La afinación y reajuste se efectuará con la ayuda de instrumentos que produzcan la frecuencia de afinación estándar con una precisión de  $\pm 0,5$

---

<sup>406</sup> COX, Trevor: "Pitch shifting to 432 Hz doesn't improve music. A scientific test of 440 Hz vs 432 Hz". En: [https://acousticengineering.wordpress.com/2013/12/13/pitch-shifting-to-432-hz-doesnt-improve-music/]. Publicado en diciembre de 2013. Consultado en febrero de 2017.

<sup>407</sup> ROSENFELD, Laurent: "How the Nazis ruined musical tuning". En: *Executive Intelligence Review*. Vol.15, n° 35. Publicado el 2 de septiembre de 1988. [http://www.larouchepub.com/eiw/public/1988/eirv15n35-19880902/index.html]. Consultado en marzo de 2017. Ver Anexos.

<sup>408</sup> MACISAAC, Tara: "Música afinada a 432 Hz: ¿vibra a un nivel divino?" En: La gran Época. Periodismo con valores. Publicado el 13 de agosto de 2015. [http://www.lagranepoca.com/ciencia-y-tecnologia/explorando-enigmas/14689-musica-afinada-a-432-hz-vibra-a-un-nivel-divino.html]. Consultado en marzo de 2017.

<sup>409</sup> Standard tuning frequency (Standard musical pitch) ISO 16-1975 (E).

<sup>410</sup> *Ibidem*.

Hz o permitiendo que la frecuencia de los sonidos musicales se mida con la misma precisión.

4. Los instrumentos musicales deberán estar contruidos de tal forma que, a la temperatura y a otras condiciones de trabajo especificadas por el fabricante, puedan ajustarse de acuerdo con la frecuencia estándar de 440 Hz. (Para este fin, los fabricantes de instrumentos pueden considerar conveniente utilizar dispositivos de afinación con una precisión igual o superior a  $\pm 0,25$  Hz.)

## **6. EL RUIDO**





## 6.1. La llegada del ruido a la música

Muchos autores han valorado qué sonidos eran aptos para la música y cuáles no. Los antiguos griegos como Ptolomeo, daban mucha importancia a las proporciones del sonido:

*Respecto a los sonidos de frecuencia desigual (...), los de variación continua de frecuencia son los que no tienen unos determinados puntos fijos de variación en ambos sentidos, o aquellos en los que no se aprecian intervalos fijos; estos se manifiestan como un continuo aumento o disminución de frecuencia cuando se producen, como el mugido del buey, que termina en grave, o el aullido del lobo, que acaba en agudo, (...) los de variación continua no pertenecen a la Armónica, pues no sugieren una sola cosa concreta al no poder comprenderse mediante una definición ni proporción. (...) Porque un sonido musical es la vibración que mantiene el mismo tono (frecuencia).<sup>411</sup>*

Ramos de Pareja, hablando de los tipos de voces que son aptas para la música dice:

*En cambio, las voces discretas tienen sus lugares propios. Tanto los sonidos discretos<sup>412</sup> de instrumentos como las voces están sometidos al arte armónica.<sup>413</sup>*

También Descartes describe la necesaria proporción del sonido como premisa indispensable para el deleite de los sentidos:

*1º Todos los sentidos son capaces de algún placer (...) 2º Para este placer se necesita una cierta proporción del objeto con el mismo sentido. De ahí que por ejemplo el estrépito de los mosquetes y de los truenos no parezca apropiado para la Música: porque, evidentemente, dañaría los oídos (...) 3º El objeto debe ser tal que el sentido no lo perciba ni con excesiva dificultad ni confusamente. 4º El sentido percibe más fácilmente el objeto en el que la diferencia de las partes es menor.<sup>414</sup>*

---

<sup>411</sup> PTOLOMEIO, Claudio: *op. cit.*

<sup>412</sup> Se refiere a los sonidos que pueden mantener alturas fijas.

<sup>413</sup> RAMOS DE PAREJA, Bartolomé: *op. cit.*

<sup>414</sup> DESCARTES, René: *op. cit.*

A este respecto escribe Burke:

*(...) lo bello en la música no ha de conllevar el griterío y la fuerza de los sonidos, que se pueden usar para crear otras pasiones; ni notas que sean chillonas, duras o profundas; aquello coincide mejor con aquellas que son claras, e incluso suaves y débiles. Lo segundo es que una gran variedad y unas transiciones rápidas de una medida o tono a otro son contrarias a lo genialmente bello en la música. Semejantes transiciones a menudo excitan el regocijo u otras pasiones repentinas y tumultuosas; pero no aquel decaimiento, ni aquella molición o languidez, que es el efecto característico de lo bello con respecto a todos los sentidos.*<sup>415</sup>

Estas palabras de Ptolomeo, Ramos de Pareja, Descartes y Burke, se podrían hacer extensibles al resto de autores hasta nuestros días, puesto que es un sentimiento común desde la antigua Grecia. Ya Michel Chion habla de sonidos o fuentes musicales aceptadas describiendo una obra de Pierre Henry (n.1927).<sup>416</sup> Si en épocas pasadas la misión fundamental de la música era el deleite,<sup>417</sup> donde se le daba más valor a la forma que al contenido, en el siglo XX predomina el contenido y el deseo de transmitirlo. Dentro de esta estética, cualquier fórmula es válida, puesto que el fin justifica los medios, aprovechando que *“sin duda alguna tiene la música una energía y gran influencia sobre los espíritus humanos.”*<sup>418</sup>

Casanovas y Puig dice:

*Ausente la tonalidad como realidad dialécticamente necesaria, desaparece la ficción de la ciencia armónica y se hace posible lo que de esta época se dijo precisamente en relación a Krenek, el ‘bruitismus’, el ‘ruidismo’. Dicho de otra forma, el sonido por el sonido, antecedente remoto de la actual teoría del objeto sonoro.*<sup>419</sup>

A finales del siglo XIX la música occidental experimenta una compleja transformación, multiplicando los efectos, enriqueciendo los acordes haciendo crecer notablemente la densidad cromática, fundiendo los parámetros musicales que cada vez son menos reconocibles, estrechando cada vez más la delgada línea entre la música y el

---

<sup>415</sup> BURKE, Edmund: *op. cit.*

<sup>416</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.213. *Variations pour une porte et soupir*. Obra de música concreta sobre el chirrido de una puerta.

<sup>417</sup> Hasta Schoenberg lo expresa claramente, aunque con cierta ironía, en una de sus cartas.

<sup>418</sup> RAMOS de PAREJA, Bartolomé: *Música práctica*. Madrid. Alpuerto. 1990.

<sup>419</sup> KRENEK, Ernst: *op. cit.*

ruido. A principios del XX el ruido introduce todo tipo de timbres y posibilidades sonoras que crean un nuevo universo de sonidos, atmósferas y sensaciones nuevas para el oído. Según Ottó Károlyi:

*A lo largo del siglo XX hemos sido testigos de la emancipación del ruido hasta tal punto que, desde el punto de vista estético, sería engañoso mantener la división tradicional entre música y ruido. Los compositores modernos utilizan cualquier material sonoro o cualquier forma que consideren adecuada para expresarse a través de sus obras.*<sup>420</sup>

---

<sup>420</sup> KÁROLYI, Otto: *op. cit.*

## 6.2. Antecedentes del ruido

Antes de continuar, sería conveniente diferenciar entre los ruidos que el ser humano imita con la música y los ruidos que el ser humano utiliza para hacerlos parte de la música ya sean imitados o creados. Respecto de los primeros, es difícil establecer en qué momento de la historia se comenzó a utilizar la música para imitar toda clase de sonidos que nos rodean. Echando la vista atrás, los orígenes de esta práctica se diluyen en el tiempo, y sólo se puede llegar a ver el comienzo de la escritura musical, a partir del siglo IX, que marca el comienzo de una nueva música que, mediante pequeños neumas fijan giros musicales y alturas relativas. Según Chion:

*En la música occidental, los efectos ‘ruidistas’ aparecen muy temprano, con fines de imitación, por supuesto, pero no forzosamente de imitación del ruido, sino más bien de expresión del movimiento, de la luz, etc.*<sup>421</sup>

La descripción e imitación de la naturaleza, que en la pintura era una costumbre habitual desde la aparición del hombre prehistórico, y en la literatura lo fue a partir de la aparición de la escritura, no fue tan clara en la música, desligándose de las anteriores artes para convertirse en un arte único por utilizar un lenguaje abstracto muy tardío. Es posible que de la unión de estas tres artes, naciera en la música la capacidad de mostrar también las cualidades de la naturaleza por medio del sonido, que abunda, al igual que los paisajes, de formas muy variadas en la naturaleza. Ferruccio Busoni lo describe así:

*Todas las artes, todos sus recursos y formas, apuntan siempre a un mismo objetivo: la imitación de la naturaleza y la interpretación de los sentimientos humanos.*<sup>422</sup>

De esta forma, lo que muy posiblemente empezara como un juego en la música popular o una forma de conmemorar algún evento importante, como la victoria de una batalla o con la dramatización en el teatro, dio origen a una nueva forma de componer y de pensar en la manera de utilizar la música como un vehículo transmisor de imágenes, ideas y conceptos concretos uniéndose a las otras artes.

---

<sup>421</sup> CHION, Michel: *op.cit.*

<sup>422</sup> BUSONI, Ferruccio: *Esbozo de una nueva estética de la música*. Sevilla. Doble J. 1916.

Estas nuevas ideas de composición, no siempre apreciadas,<sup>423</sup> fueron aprovechando las fórmulas teóricas ya establecidas transformándolas y creando nuevas formas de expresión que se abrirían paso a lo largo de la historia de la música con mayor o menor fortuna dando lugar a estilos como la música descriptiva, dramática o programática, por oposición a la música “pura” que mantiene esa abstracción,<sup>424</sup> abriendo un sinfín de posibilidades de la mano de la experimentación.

En cuanto a los ruidos creados por el hombre, es interesante ver el valor imitativo de la música en las obras, que es el sonido exclusivamente y la sensación auditiva que produce en un contexto determinado. Se trata de un concepto concreto analizado de forma objetiva sin entrar a juzgar el valor artístico que puedan tener las obras.

Ya se ha visto parte de los antecedentes de esta práctica en la disonancia y cómo ha evolucionado hasta nuestros días desembocando en la atonalidad, pero se debe buscar también estos antecedentes en los factores culturales que envolvieron al hombre durante la historia.

---

<sup>423</sup> Arthur Schopenhauer, aunque consideraba que entre la música y la naturaleza había un manifiesto paralelismo, consideraba que la música era un arte independiente que no necesitaba imitar nada ni servirse de textos u otros complementos para tener un significado completo.

<sup>424</sup> ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía. op. cit.*

### 6.3. El factor cultural

Para Chion la apreciación del ruido como ruido es un asunto relativo únicamente al contexto cultural y al contexto individual. No dependen de la naturaleza de los elementos, sino que depende del reconocimiento de una fuente como *oficialmente musical*, así como la percepción de un orden particular entre los sonidos. A lo largo de la historia, los compositores han inspirado algunas de sus obras en varios ruidos determinados que le han rodeado, para imitarlos directamente con la música o para hacer sentir el estado de ánimo del hombre mediante estructuras musicales que producían sensaciones auditivas similares a las que produciría un ruido.

Se puede agrupar estos ruidos en varios grupos. Las fuentes *naturales*, producidas por la naturaleza y las fuentes *antropogénicas* que son los ruidos que aparecen en el medio por la acción del hombre:

- Ruidos producidos por los elementos: El viento, la lluvia, los truenos, el agua de los ríos o de las fuentes, el fuego, etcétera.
- Ruidos producidos por animales: Cualquier sonido producido por un animal, predominando el canto de los pájaros.
- Ruidos producidos por la guerra: No se conoce época de la historia en la que el hombre no haya estado en guerra. Los golpes del metal de las espadas, escudos y armaduras, sonidos de látigos, etcétera. Con el invento de la pólvora, de origen incierto, se abre un nuevo abanico de sonidos nuevos. En Inglaterra se atribuye la invención de la pólvora al fraile Roger Bacon (1214 – 1294), que escribe su efecto como “*un ruido atronador y un brillante fogonazo*”,<sup>425</sup> su primer uso conocido con seguridad data de 1403 en Pisa para minar los muros de las fortificaciones.
- Ruidos producidos por instrumentos inventados por el hombre: las máquinas creadas por el propio hombre han sido objeto de imitación y han caracterizado épocas concretas de la historia.

---

<sup>425</sup> DURVAN: *Gran enciclopedia del mundo*, Vol. 15. Bilbao. Durvan. 1963.

- Sentimientos y sensaciones del ser humano: La ira, el miedo, el dolor, etcétera, han sido metafóricamente imitados y asemejados a la sensación que producen ciertos ruidos.



#### **6.4. Antecedentes culturales y su impacto social en el paisaje sonoro**

Dos de los factores culturales que más han influido en la aparición del ruido en la sociedad y el arte sonoro es la Revolución Industrial y la electricidad. Las ciudades se vuelven paulatinamente más ruidosas. Aparecen nuevos ruidos muy sugerentes que van modificando el paisaje sonoro y, poco a poco, van desapareciendo otros antiguos representativos de los estilos de vida de aquel momento. Las características de estos ruidos nuevos son:

- Ruidos generalmente continuos o repetitivos.
- No aportan información al receptor.
- Mayor espectro de frecuencias (agudas y graves). Aparecen los sonidos continuos.
- Mayor intensidad que eleva el volumen general en dB del espacio sonoro.
- Provoca mayor insensibilidad hacia el sonido en el oyente por la costumbre al ruido.
- Ritmos cada vez más rápidos.

Antes, el ritmo venía dado por las canciones del campo, a comienzos del siglo XX, el proceso de industrialización produjo un impacto en los artistas. Poetas como Ezra Weston Loomis Pound (1885 – 1972) y Filippo Tommaso Marinetti (1876 – 1944), que se verá en el futurismo, pintores como Fernand Léger (1881 – 1955) o diseñadores como la escuela de la Bauhaus entraron también en un periodo de experimentación influidos por la industrialización.

##### **6.4.1. La Revolución Industrial**

A partir del primer cuarto del siglo XIX, la sociedad europea inició un proceso de profundas transformaciones que se iniciaron en Inglaterra. Estas transformaciones se contagiarían al resto de Europa a partir de 1830 acabando con el Antiguo Régimen. En 1769, James Watt construyó la primera máquina de vapor de uso industrial y Edmund Cartwright la aplicó en 1785 a los telares. Estos sucesos tendrían una incidencia trascendental en el desarrollo del maquinismo. Pero la auténtica revolución llegaría en

los medios de transporte, ya que, en 1804, Richard Trevithick puso a punto la primera locomotora. Sólo en veinte años Gran Bretaña disponía de unos 8.000 Km. de vía férrea. Esto fue decisivo para la industria siderúrgica y minera que vieron multiplicada la demanda de hierro y carbón. En poco tiempo el sector del algodón ocupaba a más de 300.000 trabajadores que eran campesinos emigrados a las ciudades a causa de las transformaciones agrarias. Diversos adelantos técnicos hicieron posible el uso industrial del hierro mediante las fundiciones y la sustitución de la madera por el carbón mineral como fuente de energía. La demanda del hierro experimentó un crecimiento paralelo al desarrollo de nuevos utensilios agrícolas y de máquinas textiles, alcanzando su punto máximo como consecuencia de la expansión del ferrocarril.

Este proceso supuso un cambio radical en el entorno llenándolo de sonidos tecnológicos creando un universo sonoro inimaginable para el hombre del siglo anterior. Esto llevó a cambiar la forma de vida en las ciudades que en poco tiempo aumentaron la densidad de población de forma importante modificando progresivamente el paisaje sonoro del entorno. El abandono de la naturaleza, sustituido por la ciudad, la mejora del confort, la eliminación de peligros naturales y la satisfacción de las necesidades básicas unido con el contacto con un medio ambiente que está saturado de estímulos sonoros, dificultando el procesamiento de la información transmitida por dichos estímulos, produce una disminución en la agudeza auditiva reduciendo la recepción de información sobre el entorno y provocando una insensibilidad hacia los sonidos que nos rodean. Todo ello, unido a la creciente creación de nuevas máquinas, hizo que proliferara un sinnúmero de nuevos ruidos que se incorporaron a la vida cotidiana de la gente.

#### **6.4.2. La electricidad**

En el año 1882 el ingeniero Nikola Tesla (1856 – 1943), diseñó y construyó el primer motor de inducción de C.A. La idea central fue la de enrollar un par de bobinas en una base de hierro común, denominada bobina de inducción. De este modo se obtuvo lo que sería el precursor del actual transformador. La distribución de la corriente alterna fue comercializada por George Westinghouse. Otros que contribuyeron en el desarrollo y mejora de este sistema fueron Lucien Gaulard, John Gibbs y Oliver Shallengeter entre los años 1881 y 1889. La primera transmisión interurbana de la corriente alterna ocurrió

en 1891, cerca de Telluride, Colorado, a la que siguió algunos meses más tarde otra en Alemania.

Según las Leyes de Electromagnetismo de Michael Faraday (1791 – 1867), la corriente continua constante sólo genera un campo magnético variable cuando comienza o cesa<sup>426</sup> y, para transformar la corriente, se necesita un campo magnético continuamente variable. Por esta razón la corriente alterna es mucho más versátil al oscilar a 50 ó 60 Hz, dependiendo del país, generando un campo magnético que permite la transformación y el transporte de forma sencilla. Hoy en día la corriente continua que se encuentra es la rectificada de la corriente alterna después de la transformación a bajo voltaje y en las baterías y pilas de uso común. La oscilación periódica a 50 ó 60 Hz produce un ruido tonal audible a estos Hz (o sus armónicos), gracias al fenómeno de la *magnetostricción* que es:

*(...) la propiedad de los materiales magnéticos que hace que estos cambien de forma al encontrarse en presencia de un campo magnético. Las vibraciones en forma de sonido son causadas por la frecuencia de las fluctuaciones del campo. Este fenómeno es parte de la causa de que se encuentren vibraciones de 100 Hz ó 120 Hz en máquinas eléctricas como motores y transformadores. Es una propiedad de los materiales ferromagnéticos de cambiar de forma en presencia de campos magnéticos. Para generar electricidad se utiliza la magnetostricción inversa, la aplicación de compresión cambia el flujo magnético lo que según la ley de Faraday induce un campo eléctrico.*<sup>427</sup>

El efecto fue identificado por el científico James Prescott Joule (1818 – 1889) en 1842 cuando observaba níquel puro.<sup>428</sup> La frecuencia que estipula la definición es la del primer armónico.

---

<sup>426</sup> Ver también las Leyes de Electromagnetismo de James Clerk Maxwell (1831 – 1879) en BONASTRE MUÑOZ, Jordi: *Leyes de Maxwell*. Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. PID\_00159138.

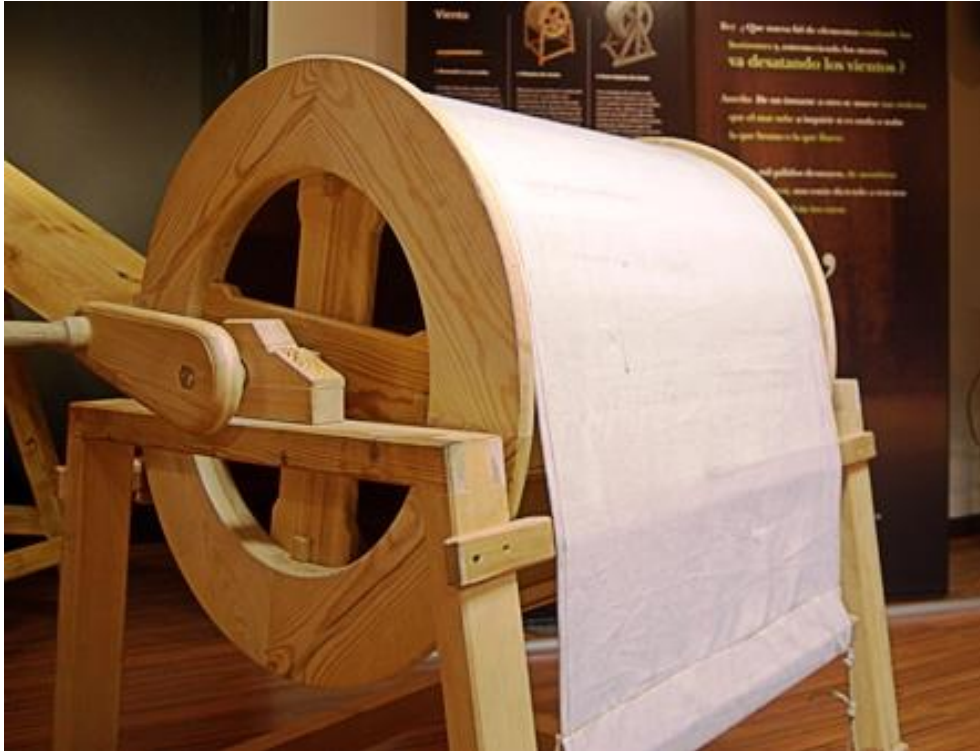
<sup>427</sup> Definición extraída de Wikipedia [<https://es.wikipedia.org/wiki/Magnetostricci%C3%B3n>]. Entrada: Magnetostricción. Consultado en diciembre de 2016.

<sup>428</sup> JOULE, James: *Sturgeon's Annals of Electricity* 8. 1842. p.219.

## **6.5. El ruido en la música y los recursos compositivos**

No es nueva la práctica de incluir o imitar ruidos en el discurso musical mediante los propios instrumentos o artefactos que servían para tal efecto imitando ruidos de la naturaleza como truenos, viento, agua, pájaros, etcétera. Los compositores se han servido de varios recursos y procesos compositivos para conseguir reproducir toda clase de sonidos en la música. La ópera, desde la época barroca ha introducido toda serie de máquinas para producir ruidos. Tal es el caso de la máquina de viento, que tiene una palanca unida a un tambor que gira rozando una tela produciendo un silbido similar al viento. Para producir el trueno se utiliza una plancha de latón que al agitarla produce un sonido similar al trueno. La lluvia se suele imitar utilizando tiras finas de plástico de relleno de embalaje entrelazadas que, al apretar y soltar entre las manos, producen un sonido similar al de la lluvia, parecido a un ruido blanco.

Todos estos sonidos que, por separado probablemente causarían desagrado en el oyente en otros contextos musicales, aquí se vuelven aceptables, y a veces necesarios, por su función ilustrativa. Con el tiempo, su efecto evocativo se fue debilitando al mismo tiempo que se fueron incorporando de forma más general en contextos musicales abstractos. En estos casos no se puede decir que el ruido esté emancipado en el contexto sonoro de una obra puesto que es una representación de la realidad.



**Ilust. 30:** Máquina de viento.

### 6.5.1. El figuralismo

Es una técnica de composición musical que alcanzó su mayor desarrollo en la época barroca. Los músicos amplían los límites emocionales y el lenguaje con el que debían expresarlos siguiendo con las tendencias que manifestaban ya los madrigales del s.XVI buscando medios musicales que expresasen afectos o estados de ánimo como la alegría, la ira, la agitación, la tristeza, etcétera, utilizando esos efectos con contrastes violentos. Para ello se creó un vocabulario de recursos, que ya se intentó clasificar posteriormente en el comienzo del barroco con el nombre de *teoría de los afectos*, para sistematizar este uso aunque casi siempre la práctica fue por delante de la teoría. El resultado es un lenguaje que va incorporando progresivamente los cromatismos y las disonancias que llevará al uso frecuente de la tonalidad frente a la modalidad. Como dijimos, las nuevas necesidades expresivas llevan al nacimiento del estilo de la *seconda prattica (stile moderno)*, guiado por Claudio Monteverdi (1567 – 1643), donde el texto dominaba a la música, las reglas se podían interpretar libremente y se podían utilizar las

disonancias para adecuarse a los sentimientos que el texto pedía, en contraposición con la *prima prattica* o *stile antico*.

Sobre la adecuación de música y letra escribe Zarlino (*prima prattica*):

*Cuando un compositor desee expresar dureza, amargura y cosas parecidas, la mejor forma de obrar será arreglar las partes de la composición de tal forma que avancen con movimientos que no cuentan con el semitono, como son los de tono entero y ditono. Permitirá que la sexta y la treceava mayores, que por naturaleza son algo duras, se escuchen por encima de la nota más baja del concentus y usará el retardo (síncopa) de la cuarta o la undécima por encima de la parte más grave, así como movimientos un poco lentos, entre los cuales también puede emplear el retardo de la séptima. Sin embargo, cuando un compositor desee expresar efectos de dolor y tristeza, deberá (mediante la obediencia de las reglas dadas) usar movimientos que avancen gracias al semitono, semiditono e intervalos similares, con el empleo a menudo de sextas a treceavas menores por encima de la nota más baja de la composición, las que por naturaleza son dulces y delicadas, en especial cuando se combinan de manera correcta, con discreción y buen juicio.*

*Sin embargo, hay que observar que la causa de los diversos efectos no sólo se atribuye a las consonancias nombradas, usadas de la manera descrita, sino también a los movimientos que hagan las partes al cantar. Hay dos clases de éstos, es decir, natural y accidental. Los movimientos naturales son aquellos realizados entre las notas naturales o becuadros de una composición, en los que no intervienen ni signos ni notas con accidentes. Los accidentales, son aquellos realizados mediante las notas con accidente, accidentes que aparecen señalados con signos # y b. Los movimientos naturales tienen una mayor virilidad que los accidentales, algo más lánguidos. Por esta razón los primeros pueden servir para expresar efectos de dureza y amargura y los segundos para los de dolor y tristeza.*<sup>429</sup>

Claudio Monteverdi escribe en 1605 sobre la *seconda prattica*:

*(...) he escrito una respuesta para que se supiese que no hago las cosas por casualidad y tan pronto como la revise verá la luz con el título Seconda pratica overo Perfettione della moderna musica [Segunda práctica o La perfección de la música moderna].*

---

<sup>429</sup> GROUT, Donald; PALISCA, Claude V: *Historia de la música occidental*. Vol.1. Madrid. Alianza Música. 1990. p.271. Extraído de Las instituciones armónicas de G. Zarlino, libro III, cap.31.

*Algunos se asombrarán con esto, ya que no creen que exista otra práctica que la enseñada por Zerlino [sic]. Sin embargo, deben tener la seguridad, en lo relativo a consonancias y disonancias, de que hay una forma diferente de considerarlas de la ya determinada práctica que defiende la manera moderna de composición con el consentimiento de la razón y los sentidos. He querido decir esto para que la expresión seconda pratica no se la apropien otros y para que los hombres de intelecto puedan considerar, mientras tanto, otros pensamientos relativos a la armonía. Y para que tengan fe en que el compositor moderno se basa para su creación en fundamentos verdaderos.*<sup>430</sup>

En el uso de lo que hoy se llama figuralismo se puede apreciar que cuando el texto era alegre, la música era aguda y rápida y cuando el texto era triste, la música era grave y lenta. Aunque algunos recursos parecen obvios, hay otros que desde el punto de vista histórico no lo son tanto. Esto responde a cómo consideraban antes la utilización de los recursos compositivos con el Hexacordo Durum y el Hexacordo Molle en la solmisación<sup>431</sup> que viene desde el sistema Hexacordal de Odon de Cluny (+942) y Guido d'Arezzo. El sistema hexacordal no admitía otra alteración más que el si bemol. Hay tres hexacordos, el natural que comienza desde la nota do, el duro (Durum) que comienza desde sol (con el si natural) y el blando (Molle) que comienza desde fa y tiene el si bemol.

---

<sup>430</sup> GROUT, Donald; PALISCA, Claude V: *Historia de la música occidental*. Vol.1. Madrid. Alianza Música. 1990. p.280.

<sup>431</sup> La Solmisación fue la forma en la que los músicos aprendieron a leer la música desde la Edad Media llegando a la era Barroca.





Estas definiciones exceden, sin embargo, al ámbito de los hexacordos y son aplicadas a una variedad de aspectos musicales relacionados entre sí, desde las palabras o afectos, hasta los intervalos y modos. Se han visto algunas fuentes que hablan de cómo se debe tratar un texto en la música. La diferencia entre duro y blando es evidente y explica que emociones como la amargura, crueldad, aspereza o dureza, etcétera, deben ser expresadas en la música utilizando medios “duros” y “ásperos”; mientras que emociones como la tristeza, el llanto, la pena, los suspiros, o las lágrimas, etcétera, se deben expresar utilizando recursos que empleen la suavidad o tristeza.<sup>432</sup> Zarlino explica que los intervalos mayores son duros y que los menores son blandos por naturaleza, aunque hoy en día es difícil comprender qué era lo natural en la percepción de la música en el Renacimiento. Además de los hexacordos, el uso de sostenidos era considerado duro y áspero, mientras que el uso de bemoles era considerado como blando y triste. Igual que las alteraciones, los modos también eran considerados duros o blandos. Johann Herbst indica que el modo frigio (sobre mi) es furioso y amargo por naturaleza y que conviene para textos de esa índole.<sup>433</sup> Giovanni Padovani dice que los textos tristes deben llevar armonías blandas y emplear los modos IV y VI, mientras que los textos de furia y disgusto deben llevar armonías duras y emplear los modos III y VII.<sup>434</sup> Pero la dicotomía entre duro/blando era más sutil que triste/alegre.

Un buen ejemplo se puede apreciar en el madrigal *Zefiro torna e il bel tempo rimena* (1614) del sexto libro de madrigales de Claudio Monteverdi. Al describir la acción de Céfiro, el suave viento del sur, asociado al buen tiempo y cosas agradables, Monteverdi utiliza el si bemol y melodías con Terceras menores y Sextas menores, blandas y dulces. Pero, después en la frase *Ma per me, lasso, tornano i piú gravi sospiri*, el bemol desaparece y empiezan a aparecer armonías de Mi mayor y Si mayor volviendo la música dura y áspera. Al final con el texto, *deserto, et fere aspre et selvagge*, los sostenidos y las disonancias comienzan a aparecer continuamente. Pero Monteverdi no inventó todo esto, ya que se puede encontrar medio siglo antes.

En el madrigal *Mia benigna fortuna* (1557) del segundo libro de madrigales de Cipriano de Rore (c. 1515 – 1565), comienza recreando la buena suerte, la vida plácida y las noches tranquilas y, de repente, se convierte todo en un cúmulo de afectos

---

<sup>432</sup> Como se vio anteriormente en la explicación de Zarlino en la cita 429.

<sup>433</sup> HERBST, Johann: *Musica poetica*. Nuremberg. 1643.

<sup>434</sup> PADVANI, Ioannis: *Institutiones ad diversas*. Verona. 1578.

escabrosos, *Volti subitamente in dogli' en pianto Odiar vita in fanno e bramar morte*, donde desaparecen los bemoles y empieza a aparecer los saltos de Sexta mayor, considerados disonantes en aquella época. Los bemoles vuelven a aparecer con la frase *tutta mia vita in pianto* terminando de forma suave y triste.<sup>435</sup>

El empleo del cromatismo se utilizaba para caracterizar situaciones de locura, enfermizas o inestables. Se puede apreciar un ejemplo del uso del cromatismo a través del madrigal de Luca Marenzio (1553 – 1599), *Solo e pensoso i più deserti campi* (1599). En él, el *Cantus* sube más de una Octava por cromatismo y vuelve a descender dando lugar a un uso muy imaginativo de la armonía.<sup>436</sup>

Canto  
Alto  
Tenore  
Quinto  
Basso

So - - lo e pen - - so - -  
Solo e pen - soso i più de - ser - ti  
So - lo e pensoso i più deser - ti...  
So - lo e pensoso i più deser - ti...  
Solo e pen - soso i più de - ser - ti cam - - pi

**Part. 5:** Madrigal *Solo e pensoso i più deserti campi* (1599) de L. Marenzio.

<sup>435</sup> Extraído de “Durum and Molle / Hard and soft in the music of the Renaissance”. En: [http://www.earlymusicsources.com/home/more/youtube/durum-and-molle]. Consultado en enero de 2017. Traducción de Rafael Fernández de Larrinoa.

<sup>436</sup> Ejemplos extraídos de la página web [https://imslp.org/]. En diciembre de 2016.

Otros ejemplos se pueden encontrar también en los madrigales de Carlo Gesualdo da Venosa (c. 1561 – 1613) que utiliza, en la transición del Renacimiento al Barroco, una estructura armónica disruptiva más compleja donde el cromatismo alcanza la cima en el madrigal italiano. En el madrigal *Moro, lasso, al mio duolo* (1613) se produce este efecto de languidez por los cromatismos descendentes sobre las palabras del título.

The image shows a musical score for the madrigal "Moro, lasso, al mio duolo" by Carlo Gesualdo. The score is written for five voices: Soprano 1 (S1), Soprano 2 (S2), Alto (A), Tenor (T), and Bass (B). The lyrics are: "Mo - ro, las - so, al mio duo - le E" for S1 and S2, and "Mo - ro, las - so, al duo - - - lo" for A, T, and B. The music features a complex harmonic structure with chromaticism, particularly in the descending lines of the lower voices.

**Part. 6:** Madrigal *Moro, lasso, al mio duolo* (1613) de C. Gesualdo.

En el aria *When I am Laid* de la ópera *Dido y Eneas* (1689) de Henry Purcell (1659 – 1695) donde expresa la tristeza y melancolía mediante un bajo continuo ostinato que se mueve por cromatismos descendentes. Después, la realización de la armonía, llena de retardos armónicos creando disonancias, contribuye fielmente a crear un estado depresivo y de angustia que acompaña al personaje antes de su muerte.

9

guest.

Tasto solo

14

When I am laid, am laid in earth, may my wrongs create No

Violins I & II

Violas

Basso continuo

6 5 6 4 7 6 6 2# 7 6 6 5 4 #

**Part. 7:** Aria *When I am Laid* de la ópera *Dido y Eneas* (1689) de H. Purcell.

Christoph Willibald Gluck (1714 – 1787) escribe en su reforma de la ópera:

*(...) yo intenté reducir la música a su verdadera función, que es la de secundar la poesía para reforzar la expresión de los sentimientos y el interés por las situaciones, sin interrumpir la acción ni congelarla con argumentos superfluos; creed que la música debe añadir a la poesía lo que añade a un dibujo correcto y bien hecho la vivacidad de los colores y el feliz acuerdo de luces y sombras, que sirven y animan las figuras sin alterarles los contornos. (...) Opino además que la parte más importante de mi trabajo debe consistir en la búsqueda de una diáfana sencillez, para lo cual he evitado hacer alarde de virtuosismo en detrimento de la claridad; considero que no encierra ningún mérito el descubrimiento de una novedad al menos que la misma venga propiciada de forma natural por la situación y se halle asociada a la expresión; en definitiva, no ha habido regla alguna que no haya creído justo sacrificar con gusto en favor del efecto.*<sup>437</sup>

<sup>437</sup> Cfr. FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid. Alianza. 2002. Aprox. 1767.

Las discusiones sobre si la palabra debe regir la música o es sólo un complemento a esta, se prolongarán hasta finalizado el romanticismo. Piccini y Gluck,<sup>438</sup> Rossini, Verdi y Wagner, estos dos últimos partidarios del drama continuo en la ópera, etcétera, son la prueba de estos enfrentamientos de estilos de composición diferentes que tuvieron partidarios y detractores por igual.

### **6.5.2. La música programática**

La música programática evoca imágenes e ideas en el oyente representando a través de la música un material previo, que puede ser un texto o una imagen, que narre una situación, historia o estado de ánimo. Es opuesta a lo que se entiende por música absoluta que es aquella que se aprecia por sí misma, sin ninguna referencia a nada externo a la propia música.

Se aplica el término generalmente a la música del periodo romántico del siglo XIX, en el que va a alcanzar gran popularidad convirtiéndose en una forma musical autónoma, aunque antes ya se habían escrito obras descriptivas. Normalmente son obras orquestales por lo que el término no se aplica ni a la ópera ni al Lied. La diferencia con la música descriptiva es, básicamente, que la música programática funciona como un conjunto completo representando una imagen, idea, concepto o sensación muchas veces abstracta mientras que la música descriptiva define algo más concreto que se puede llegar a adivinar sólo escuchando la música.

### **6.5.3. Obras musicales que imitan el ruido**

Los ejemplos que se verán a continuación describen efectos figuralistas, descriptivos y programáticos descritos por los compositores donde aparece el sonido en sí o la sensación musical que produce un estado de ánimo sin entrar en las valoraciones descriptivas o perceptivas que produce el objeto en cuestión. Nos interesan los que quedan plasmados en la partitura y su efecto se transforma en un sonido audible, así como sus formas de escritura que crean una serie de convencionalismos que han ido

---

<sup>438</sup> *Querelle des Gluckistes et des Piccinnistes*, fue una polémica estética que dividió el mundo musical parisino entre 1775 y 1779, y enfrentó a los defensores de la ópera francesa de Gluck y los partidarios de la ópera italiana de Piccini.

siguiendo y perfeccionando todos los compositores a lo largo de la historia. Las técnicas más conocidas para conseguir estos efectos de épocas pasadas son las siguientes:

1. Uso de estructuras armónicas y melódicas con un lenguaje tradicional que imitan ruidos mediante instrumentos musicales utilizados de forma tradicional.

Quizá la partitura más conocida de este uso son *Las Cuatro estaciones* (1725) de Antonio Vivaldi donde imita los sonidos de la naturaleza como pájaros, el río, perros, tormentas, etcétera.

The image displays a musical score for the eighth part of the first movement of Vivaldi's *La Primavera* from *Las Cuatro Estaciones*. The score is written for three staves. The top staff is labeled 'CANTO DÈ GL'UCCELLI' and features a melodic line with trills and slurs. The middle staff also has a 'CANTO DÈ GL'UCCELLI' section, marked '1 Solo', with trills and slurs. The bottom staff contains a more complex melodic line with trills and slurs. The key signature is one sharp (F#) and the time signature is 4/4. The score is written in a traditional musical notation style with various ornaments and phrasing marks.

**Part. 8:** 1<sup>er</sup> movt. de *La Primavera* de *Las cuatro estaciones* (1725) de A. Vivaldi.

Jean Philippe Rameau (1683 – 1764) en su primer libro de piezas para clave (1724) imita así los pájaros en la pieza *Le rappel des oiseaux* a través del adorno *pincé*. Esta imitación es menos descriptiva que la de Vivaldi, pero crea un bonito efecto al comienzo de la obra.



**Part. 9:** *Le rappel des oiseaux* (1724) de J. Ph. Rameau.

En su segundo libro de piezas para clave de 1727 imita así a la gallina, *La poule*. Incluso añade la onomatopeya con el texto al principio de la partitura. El tipo de escritura y el ritmo parece que imita, también, el movimiento errático y nervioso de la gallina.



**Part. 10:** *La poule* (1727) de J. Ph. Rameau.

En la obra *Les éléments* (1737) de Jean – Féry Rebel (1666 – 1747), comienza con *le chaos* (el caos) con un acorde tipo cluster de notas, precisamente para representar dicha escena.

La Batterie qui dans chaque Cahos commence par des double croches doit être continuée sur les blanches qui suivent jus-qu'à la marque !

I. Cahos.

1. Dessus. *fort. doux. fort.*

2. Dessus. *fort. doux. fort.*

Flûtes Haute Contre et Taille. *fort. doux. fort.*

Clavecin. *tres lent. moderé.*

**Part. 11:** *1. Cahos de Les éléments* (1737) de J. F. Rebel.

La *Sexta sinfonía* op.68 (1808) de Ludwig van Beethoven (1770 – 1827), es también un buen ejemplo. Es especialmente llamativa la forma de imitar el



trueno con violonchelos y contrabajos durante la tormenta produciendo una confusión general que recuerda al viento agitado y la sensación que produce.

The image displays two systems of a musical score for Part 12 of the Sixth Symphony by Ludwig van Beethoven. The top system includes staves for Flute (Fl.), Oboe (Ob.), Clarinet (Cl.), Bassoon (Fag.), Cor (Cor.), Trumpet (Tr.), and Trombone (Tp.). The woodwinds and brass are mostly playing sustained notes or rests, with some woodwinds marked 'cresc.'. The bottom system features the Violin (Viol.) and Viola (Vla.) staves, which are playing rapid, rhythmic patterns. The Violoncello (Vcl.) and Contrabasso (Bass) staves are also present, playing similar rhythmic figures. The bottom system is marked with a forte 'ff' dynamic and includes 'cresc.' markings. The score is written in a key signature of one flat (B-flat major or D minor) and a 4/4 time signature.

**Part. 12:** 4ª movt. de la Sexta sinfonía op. 68 (1808) de L. van Beethoven.

En el segundo movimiento de la *Octava sinfonía* op.93 (1811) de Beethoven, imita la acción del metrónomo recientemente inventado por Johann Nepomuk Maelzel (1772 – 1838).<sup>439</sup>

**Allegretto scherzando.** ♩ = 88.

Flauti.

Oboi.

Clarineti in B.

Fagotti.

Corni in B basso.

Violino I.

Violino II.

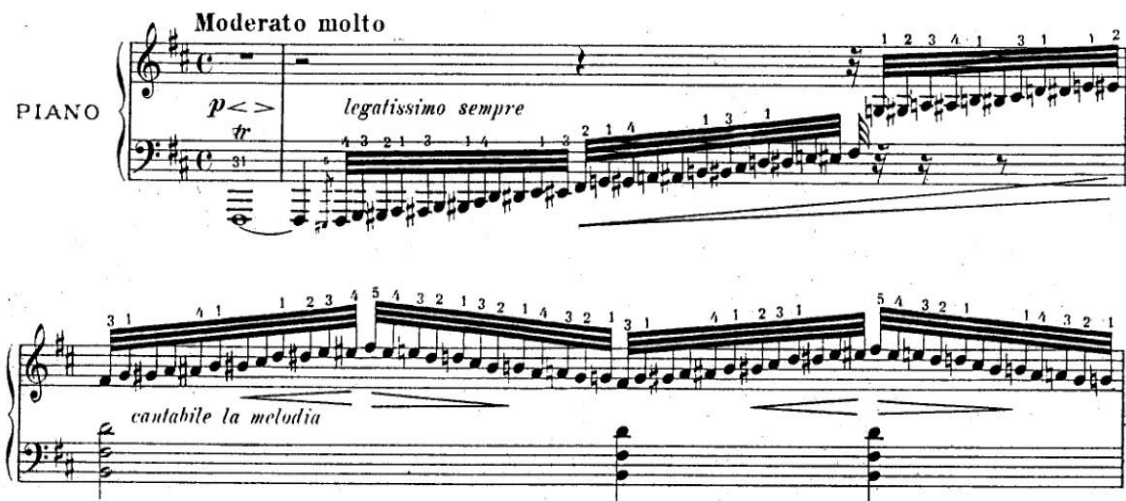
Viola.

Violoncello e Basso.

**Part. 13:** 2ª movt. de la *Octava sinfonía* op.93 (1811) de L. van Beethoven.

El pianista Charles – Valentin Alkan (1813 – 1888) en sus *Trois morceaux dans le genre pathétique* op.15 (1837), dedicadas a Franz Liszt, en la segunda llamada *Le vent*, describe el viento de la siguiente manera.

<sup>439</sup> Según algunas fuentes como Wikipedia, el inventor real del metrónomo fue Dietrich Nikolaus Winkel aunque está patentado por Maelzel.



**Part. 14:** *Le vent* op.15 (1837) de C. V. Alkan.

Es frecuente encontrar imitaciones de animales en la música. Tal es el caso de *Le carnaval des animaux* (1886) de Camile Saint – Saëns (1835 – 1921) donde imita el sonido de las gallinas.

**Allegro moderato**

CLARINETTE en Sib

1<sup>er</sup> PIANO

2<sup>d</sup> PIANO

**Allegro moderato**

1<sup>er</sup> VIOLON

2<sup>d</sup> VIOLON

ALTO

**Part. 15:** *Le carnaval des animaux* (1886) de C. Saint – Saëns.

También se encuentran ejemplos interesantes en la *Danse Macabre* op.40 (1874) donde imita el sonido del choque de los huesos de los esqueletos mediante el

xilófono y, al final, el sonido del gallo con el oboe. Al principio, también imita las doce campanadas del reloj con el arpa.



**Part. 16:** *Danse Macabre* op.40 (1874) de C. Saint – Saëns.

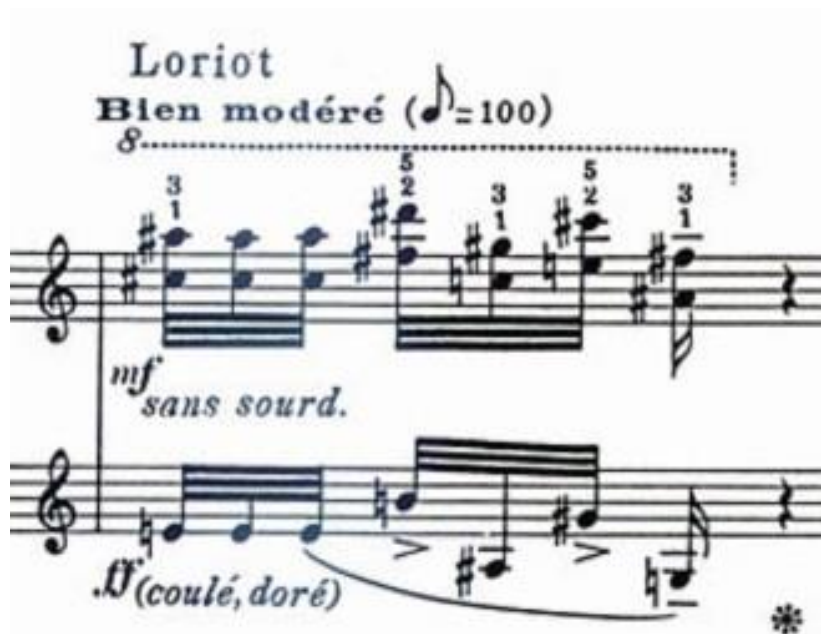
Estas imitaciones se encuentran también en *Cuadros de una exposición* (1874) de Modest Mussorgsky (1839 – 1881) donde imita las gallinas.



**Part. 17:** *Cuadros de una exposición* (1874) de M. Mussorgsky.

Los ejemplos más recientes se encuentran en la obra *Catalogue d'oiseaux* (1956 – 58) de Olivier Messiaen (1908 – 1992) donde, después de un concienzudo estudio sobre la ornitología animado por su profesor Paul Dukas. Messiaen describe los sonidos de varios pájaros depurando cada vez más la técnica, coloreándolos con armonías que acompañan los cantos pasando de la mera

imitación a evocar el color y el paisaje. Es el caso de la oropéndola en el siguiente ejemplo.



**Part. 18:** *Catalogue d'oiseaux* (1956 – 58) de O. Messiaen.

2. Uso de estructuras musicales armónicas que no corresponden a la escritura tradicional de la época mediante instrumentos musicales utilizados de forma tradicional. Como se ha visto, con el figuralismo aparecen las diferentes formas de concebir y sacar partido a la disonancia y los procesos armónicos ajenos a la tonalidad o modo utilizado.

En el madrigal *Lamento della Ninfa* de 1638, Claudio Monteverdi usa la disonancia de forma completamente explícita, encadenando varias Segundas seguidas entre las mismas voces, sobre el texto “*il suo dolor*” de la primera parte (compás 11), o sobre el texto “*miserella*” de la segunda parte, creando una sensación especialmente conmovedora.

8  
cì sul pal - li-det - to vol-to scorge - a - se il suo do - lor

8  
cì sul pal - li-det - to vol-to scorge - a - se il suo do - lor

cì sul pal - li-det - to vol-to scorge - a - se il suo do - lor

**Part. 19:** *Lamento della Ninfa I* (1638) de C. Monteverdi.

33  
- fè

mi - se - rel - la ah più no no

mi - se - rel - la ah più no no

mi - se - rel - la ah più no no

**Part. 20:** *Lamento della Ninfa II* (1638) de C. Monteverdi.



En la música francesa es muy habitual imitar los ruidos de las batallas utilizando el cluster. Un buen ejemplo en clave es *Les caractères de la Guerre* (1724) de Jean – François Dandrieu (c. 1682 – 1738). Primero imitando el toque de trompeta y el tambor militar y después el cañón.

*Les caractères de la Guerre.*  
Le Bouteselle

*Fierement*

*Coups de Canon*

*Coups de Canon*

**Part. 21:** *Les caractères de la Guerre* (1724) de J. F. Dandrieu.

Dandrieu especifica al comienzo de la obra que el acorde de do mayor con el que se produce el cañón se puede hacer dando todas las notas de la octava con la palma de la mano.

Otro ejemplo interesante se puede ver en el trato que hace de la disonancia Domenico Scarlatti (1685 – 1757) en su *Sonata en Re mayor* K119 (1749) creando sensación de confusión y densidad sonora.



**Part. 22:** *Sonata en Re mayor* K119 (1749) de D. Scarlatti.

Otro ejemplo se puede apreciar en la obra para órgano de Michel Corrette (1707 – 1795) *Grand jeu avec le tonnerre* de 1787 donde especifica al principio de la partitura que la forma de conseguir el trueno es colocando una tabla en la primera octava de la pedalera con los registros de trompeta y bombardas para pisarla con el pie a voluntad formando un cluster en esa zona.



*Le Tonnerre se fait en mettant sur la dernière octave des Pédales de Trompettes et Bombardé, une planche que le pied baisse à volonté.*

### 10. *Grand jeu avec le Tonnerre*

**Allegro**

9

17

*Tonnerre*

**Part. 23:** *Grand jeu avec le tonnerre* (1787) de M. Corrette.

Claude – Bénigne Balbastre (1724 – 1799) en su obra *Canonnade* imita el cañón mediante el cluster.

25

**f**

*Canon*

28

**Part. 24:** *Canonnade* de C. B. Balbastre.

En el comienzo de la Cantata BWV54 *Widerstehe doch der Sünde* de Johann Sebastian Bach se observa el uso que hace del pedal sobre el mi bemol, construyendo todo tipo de acordes formando disonancias entre las voces (apoyaturas, retardos, etcétera) utilizadas con mucha naturalidad pasando desapercibidas en el discurso sin crear una sensación de aspereza, pero enriqueciendo profundamente la armonía.



**Part. 25:** Cantata BWV54 (1714), *Widerstehe doch der Sünde* de J. S. Bach.

En el segundo movimiento del *Divertimento* KV138/125c (1772) en Do mayor de Wolfgang Amadeus Mozart se ve un caso que llama la atención en una progresión que se inicia en el compás 9, y después en el 32 en la tonalidad original, donde en una parte especialmente tranquila y en dinámica piano, Mozart utiliza de forma muy explícita la disonancia produciendo una angustia momentánea que resolverá en el compás siguiente.



**Part. 26:** *Divertimento* KV138/125c (1772) de W. A. Mozart.

Quizá, el ejemplo más conocido de este tipo de prácticas con el cluster se puede ver en el uso que hace Giuseppe Verdi (1813 – 1901) del órgano en la obertura de Otello (1885) para describir los truenos y relámpagos.

The image shows a musical score for the Overture of *Otello* (1885) by Giuseppe Verdi. The score is for percussion and organ. The parts are labeled on the left: **Timpani.**, **G. Cassa e Piatti.**, **Tam-tam.**, **Altra G. Cassa.**, **Lampie Fulmini.** (with **sul palco** written vertically), and **Tuono e Organo.**. The organ part is written on a grand staff (treble and bass clefs). The lyrics for the organ part are: "L'Organo sulla scena metterà il registro dei Contrabassi e Timpani, e coi Pedali suonerà contemporaneamente." and "Sino alla lettera T". There are also markings like *morendo* and *trémolo* in the organ part.

**Part. 27:** *Obertura de Otello* (1885) de G. Verdi.

Un ejemplo más moderno, perteneciente a la corriente maquinista, se puede observar en *La fundición de acero* op.19 (1927) de Alexander Mosolov (1900 – 1973) donde, sobre toda clase de ruidos constantes y repetitivos que imitan a las máquinas de la fundición, después se impone una melodía con todas las trompas y trompetas al unísono. En el siguiente ejemplo toda la orquesta está imitando ruidos de máquinas industriales. Es especialmente interesante el sonido de las flautas en *frulatto* que consiste en soplar el instrumento pronunciando una erre.

The image displays a musical score for three systems, each covering measures 21, 22, and 23. The notation is complex, featuring multiple staves for each system. The first system includes a vocal line with the instruction "Flatterzunge" (falsetto) and a forte dynamic "f". The piano accompaniment consists of several staves, including a prominent sixteenth-note arpeggiated figure in the upper right of the piano part, marked with a forte dynamic "f" and a "sfz" (sforzando) marking. The second system continues the piano accompaniment with similar arpeggiated figures and includes a "Tamb. mil." (tambourine) part with "sfz" markings. The third system features a more active piano part with rapid sixteenth-note passages, marked with "sfz" and "f" dynamics, and includes a "simile" instruction. The score is written in a key with one flat (B-flat) and a 3/4 time signature.

**Part. 28:** *La fundición de acero* op.19 (1927) de A. Mosolov.

Henry Cowell (1897 – 1965) utilizó como efecto sonoro propio el cluster de forma reiterada y explícita en su obra para piano. En la introducción de *Dynamic Motion* (1922) explica cómo leer y tocar la obra.

## Explanation of Symbols

The Symbol (♢, ♣, ♠, etc.) represents a silent pressing down and holding of the key in order that the open string may be subjected to sympathetic vibration.

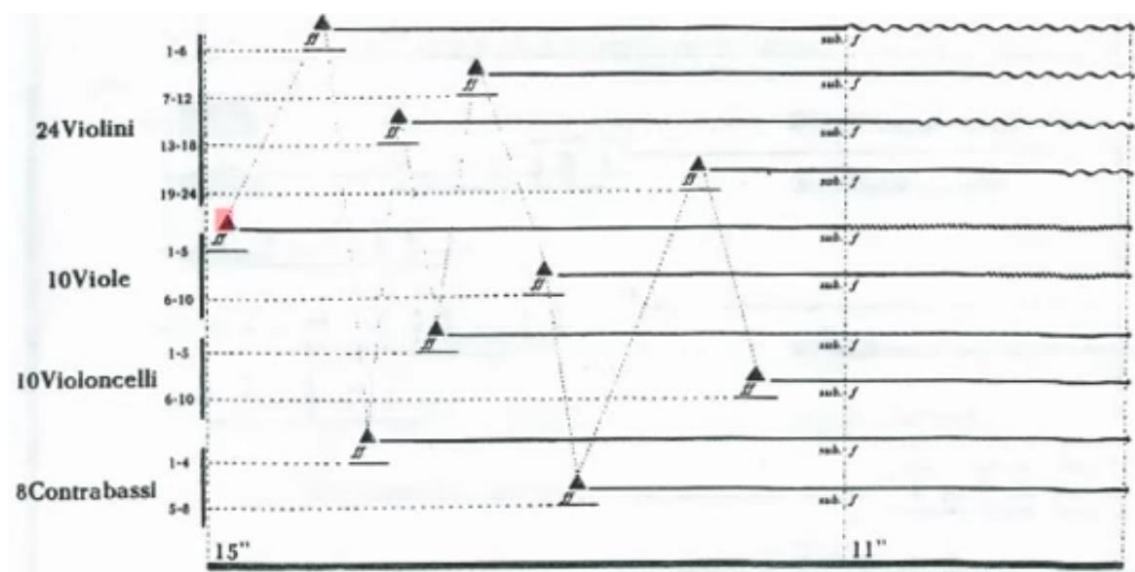
The Symbol  should be played as

Leo Ornstein (1893? – 2002) en su obra *Suicide in an aeroplane* (1916) recurre al ostinato para representar de forma un poco obsesiva el sonido que produce al cortar el aire el movimiento de las hélices de un aeroplano.



**Part. 30:** *Suicide in an aeroplane* (1916) de L. Ornstein.

La obra *Therenody to de victims of Hiroshima* (1960) de Krzysztof Pendereki (n.1933) para 52 instrumentos de cuerda fue ganadora del tercer premio de *Grzegorz Fitelberg Composers' Competition* en Katowice in 1960. Pendereki aplica una técnica sonora basada en las características y cualidades específicas de timbre, textura, articulación, dinámica y movimiento en un intento de crear una forma libre del rigor del contrapunto específico llevado a un conjunto de cuerdas tratadas con notación no convencional. Es especialmente estremecedor el comienzo de la obra donde la cuerda parece que produce un gran grito común.



**Part. 31:** *Therenody to de victims of Hiroshima* (1960) de K. Pendereki.

*Lux aeterna* (1966) de György Ligeti (1923 – 2006) explora todas las posibilidades del cluster entre las voces del coro. Se basa en la evolución sonora de la materia utilizando las notas de los armónicos inferiores y superiores. Es especialmente llamativo cómo utiliza las consonantes del texto, especialmente el fonema fricativo velar /x/ formados por la unión de [k]+[s] en la palabra Lux.<sup>440</sup>

<sup>440</sup> Ver 6.8. Los sonidos de la voz. p.346.

$\text{♩} = 56$ , SOSTENUTO, MOLTO CALMO, „WIE AUS DER FERNE” \*  
 “FROM AFAR”

Sopr. 1-4:  
 stets sehr weich einsetzen / all entries very gentle  
*pp sempre*

Alt 1-4:  
 stets sehr weich einsetzen / all entries very gentle  
*pp sempre*

**Part. 32:** *Lux aeterna* (1966) de G. Ligeti

Es también interesante el uso que hace del trombón el compositor sueco Jan Sandström (n.1954) en la obra *Motorbike Odyssey* (concierto para trombón nº1 de 1989), dedicada al trombonista Christian Lindberg. La parte solista del concierto se basa en la imitación del sonido de una motocicleta.

3. Uso de los instrumentos de forma no habitual para imitar ruidos de forma más real. Entraría aquí el uso de onomatopeyas en la voz.

*La Bataille de Marignan* (1515) de Clément Janequin (c. 1485 – 1558) es un bonito ejemplo en el que se imitan los ruidos de una batalla onomatopéyicamente.



fan fan fei ne, fan fe-re le-re lan fan, fe-re le-re lan fan  
 fe-re le-re lan fan, fe-re le-re lan fan fan fan fei ne fe-re le-re lan fan, fe-re le-re lan fan  
 fan fei ne fe-re le-re lan fan, fe-re le-re lan fan, fan fei ne  
 fan fe-re le-re lan fan, fe-re le-re lan fan, fan

**Part. 33:** *Bataille de Marignan* (1515) de C. Janequin.

Lo mismo pasa con *Le chant des oiseaux* (1529) y el canto de los pájaros. (p. siguiente)

que: Ti, ti, ti, ti, ti, py- ti, chou,

que Ty, ty, py-ty, py- ty, chouty thou-y, thou- y. chouty, thou-y thou

au - ten - ti - que: Ti, ti, pi- ti, ti, ti, ti, ti, ti, pi-

ne voix au - ten - ti - que: Ti, thou-y, thou y, chou -

chou, chou, chou, chou-thi, thou- y thou y, thou-y, thou-y, chouthi, Toy -

y, chouty, thou y, thou- y, chou-ty, thou y, thou-y, chouthi, thou y, thou-

ti, ti, ti, ti, ti, pi- ti, chou - thi, thou y, thou y, chou-thi, thou y, thou y, thou-

ti, thou y, thou y, Que di tu, ti, ti pi ti, — tu di, Que di tu, — tu di, tu di, quedi

**Part. 34:** *Le chant des oiseaux* (1529) de C. Janequin.

Otro ejemplo es el canon *Of all the instruments*, Z.263 Henry Purcell donde imita irónicamente los sonidos de la viola y el arco mediante onomatopeyas y aliteraciones de consonantes.

16  
all, all the in - stru - ments, all, all, all the in - stru - ments that  
But a - bove all, all, all, all, all, all this still a -  
Mark, mark, mark, mark how the strings, how the strings their or - der

18  
are, none, none, none, none, none, none,  
bounds, with a zin - gle, zin - gle, zin - gle, zin - gle,  
keep, with a whet, whet, whet, whet, whet, whet,

**Part. 35:** *Of all the instruments* Z.263 de H. Purcell.

En el comienzo de la obra *Full Fathom Five* (1951) de Ralph Vaughan Williams (1872 – 1958), el coro imita el sonido de las campanas e, incluso, da instrucciones de cómo interpretarlo dinámicamente para que la imitación sea más fiel.

**Andante misterioso**

\* **Note: 'Ding', 'Dong' and 'Bell' should be sung**

Di - ng  
 Do - ng  
 Be - ll

**Part. 36:** *Full Fathom Five* (1951) de R. V. Williams.

#### 6.5.4. Ruido en el uso de los instrumentos

Los instrumentos musicales generan una serie de sonidos en la interpretación. Los de viento incluyen los sonidos de *whizzing* y *hissing* del aire al chocar contra los bordes de la boquilla y la acción del movimientos de las llaves, los de cuerda frotada producen sonidos de rozamiento del arco con la cuerda que se percibe como un tono pobre cuando el instrumento es de baja calidad o el intérprete es inexperto, los rasgueos o arrastres de posición en la guitarra, la acción del mecanismo en los instrumentos de teclado, etcétera. Cuando no es exagerado, el público obvia estos ruidos, pasando a formar parte del diseño sonoro de la propia obra.

Hay algunas formas de tocar los instrumentos que producen un ruido en sí mismas y que se han convertido en algo habitual para conseguir algunos efectos que apor-

tan interés al discurso musical. Tal es el caso de la expresión *col legno* en la cuerda que consiste en golpear la cuerda con la parte de madera del arco.

Se puede ver un buen ejemplo en *Marte* de *Los planetas* op. 32 (1914 – 16) de Gustav Holst (1874 – 1934).

The image shows a musical score for the string section of 'Marte' from 'The Planets' by Gustav Holst. The score is for 1st Violins, 2nd Violins, Violas, Violoncellos, and Doublebasses. It features a 'col legno' instruction for each part, indicating that the strings should be played using the wood of the bow. The tempo is marked 'Allegro'.

**Part. 37:** *Marte* de *Los planetas* op. 32 (1914 – 16) de G. Holst.

En la música barroca se utilizó también los violines *in tromba marina* que consistía en colocar un papel cerca del puente para dar un sonido áspero al instrumento. Este efecto se puede escuchar en el Concierto RV.558 de Antonio Vivaldi.

En el *Fandanguillo* op.36 (1925) de Joaquín Turina (1882 – 1949) hace un efecto de tambor golpeando el puente de la guitarra con el pulgar.

The image shows a musical score for the guitar part of 'Fandanguillo' by Joaquín Turina. The score is for the first movement, 'Allegretto tranquillo'. It features a 'Percussion con pulgar' instruction, indicating that the guitar should be played using the thumb to create a percussive effect. The tempo is marked 'Allegretto tranquillo'.

**Part. 38:** *Fandanguillo* op.36 (1925) de J. Turina.

Otro efecto en la guitarra, aunque menos frecuente, es el de tambor o caja militar entrelazando sobre el traste 7 la 5ª y la 6ª cuerda. Se puede ver en la partitura de *El sitio de Zaragoza* de Cristóbal Oudrid (1825 – 1877).



**Part. 39:** *El sitio de Zaragoza* de C. Oudrid.

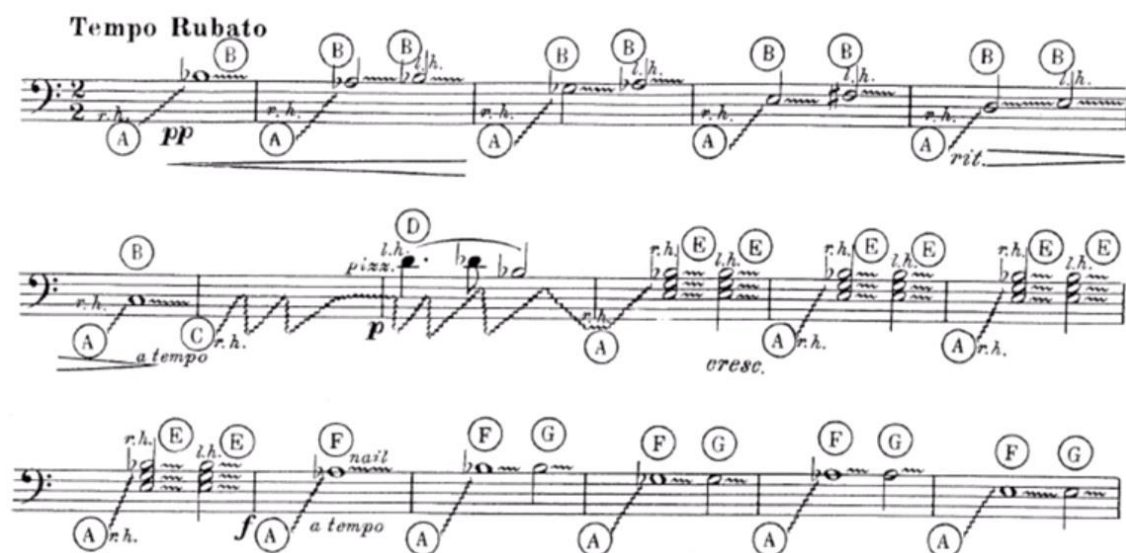
A principios de los años 20, Henry Cowell hizo un estudio de técnicas extendidas y sonidos disponibles en el piano que incorporó en una serie de composiciones cortas. *The Banshee* (1925) se ha convertido en una de las obras más conocidas del compositor. El *banshee* (o *banshie*) es un espíritu femenino que alerta a una familia de la muerte inminente de uno de sus miembros haciendo sonidos de lamentos debajo de las ventanas de la casa de la familia. Cowell evoca este sonido haciendo que el pianista manipule directamente las cuerdas del instrumento deslizando las manos a lo largo de las cuerdas para crear un grito sobrenatural. Para ello se utilizan las cuerdas graves del instrumento, que son las que están entorchadas y producen mejor sonido al rasparlas utilizando la palma de la mano, los dedos o las uñas.

"The Banshee" is played on the open strings of the piano, the player standing at the crook. Another person must sit at the keyboard and hold down the damper pedal throughout the composition. The whole work should be played an octave lower than written.

R. H. stands for "right hand." L. H. stands for "left hand." Different ways of playing the strings are indicated by a letter over each tone, as follows:

- (A) indicates a sweep with the flesh of the finger from the lowest string up to the note given.
- (B) sweep lengthwise along the string of the note given with flesh of finger.
- (C) sweep up and back from lowest A to highest B-flat given in this composition.
- (D) pluck string with flesh of finger, where written, instead of octave lower.
- (E) sweep along three notes together, in the same manner as (B).

- (F) sweep in the manner of (B) but with the back of finger-nail instead of flesh.
- (G) when the finger is half way along the string in the manner of (F), start a sweep along the same string with the flesh of the other finger, thus partly damping the sound.
- (H) sweep back and forth in the manner of (C), but start at the same time from both above and below, crossing the sweep in the middle.
- (I) sweep along five notes, in the manner of (B).
- (J) same as (I) but with back of finger-nails instead of flesh of finger.
- (K) sweep along in manner of (J) with nails of both hands together, taking in all notes between the two outer limits given.
- (L) sweep in manner of (C) with flat of hand instead of single finger.



**Part. 40:** *The Banshee* (1925) de H. Cowell.

Los ejemplos más recientes se encuentran en las *Sonatas para piano preparado* (1946 – 48) de John Cage (1912 – 1992) donde introduce entre las cuerdas y en la caja de resonancia del piano, elementos ajenos a este, como tornillos, tuercas, plásticos, gomas, metales, etcétera, que cambian el sonido de cada nota del instrumento.<sup>441</sup>

	SCREW	1-2	10	BOLT	2-3	7/8			C
	(PLASTIC (S&G))	1-2-3	2 5/6	BOLT	2-3	2			B
	PLASTIC (OVER L-UNDER)	1-2-3	2 7/8	SCREW	2-3	1	RUBBER	1-2-3	B <sup>b</sup>
	(PLASTIC (S&D))	1-2-3	4 1/4				RUBBER	1-2-3	G <sup>#</sup>
	PLASTIC (OVER L-UNDER)	1-2-3	4 3/8				RUBBER	1-2-3	G
	BOLT	1-2	15 1/2	BOLT	2-3	1 1/6	RUBBER	1-2-3	D <sup>#</sup>
	BOLT	1-2	14 1/2	BOLT	2-3	7/8	RUBBER	1-2-3	D <sup>b</sup>
									C

**Part. 41:** *Sonata para piano preparado* (1946 – 48) de J. Cage.

<sup>441</sup> Para más información: [http://www.johncage.org].



Estos procesos compositivos han perdurado hasta el siglo XX evolucionando de forma exponencial. La creciente preocupación por el ritmo unida a la emancipación de la disonancia y posteriormente el ruido, hace que proliferen un interés nunca visto por los instrumentos de percusión en todas sus formas.

En la *Grande Messe des Morts* op.5 (1837) de Hector Berlioz (1803 – 1869), se puede analizar un interesante ejemplo de la distribución de la percusión.

(2 timbaliers )

(2 timbaliers )

Timbales (baguettes d'éponge)

Grosse caisse roulante (En Sib)\*\*

Grosse caisse (avec deux tampons)

Tamtams (4)

Cymbales (10 paires, frappées, comme les tamtams, avec une baguette ou un tampon,)

**Part. 42:** *Grande Messe des Morts* op.5 (1837) de H. Berlioz.

*Ionisation* de Edgar Varèse es una obra basada en el uso de la percusión añadiendo elementos como las sirenas, que se verá más adelante. En la percusión también se encuentra un amplio abanico de efectos importante. Es muy habitual colocar una varilla de triángulo o una cadenilla de metal sobre el plato suspendido o sobre el gong para que vibre produciendo un sonido metálico mientras se golpea el plato con mazas de fieltro. Tocar los platos con el mango de algunas baquetas, etcétera. En la percusión, la paleta de efectos es casi infinita.



## 6.6. Los espacios sonoros y su influencia en las obras.

Aunque en numerosas ocasiones no se han tenido en cuenta, los espacios sonoros condicionaron la forma de percibir las obras y, en muchos casos, provocaron que los compositores se replanteasen la música dependiendo del espacio en el que tenían que ser representadas. Son un complemento de especial importancia en la percepción de una obra musical y su configuración y características condicionan bastante la inteligibilidad del mensaje musical. La arquitectura se ha basado en dos pilares fundamentales: por un lado, la funcionalidad y durabilidad, y por otro, la belleza, por lo que están muy ligados a la percepción visual. Según la Dra. Cristina Palmese:

*(...) la arquitectura, (...) tradicionalmente ha otorgado un predominio a los aspectos visuales y formales, en línea con los valores estéticos de la cultura occidental fundamentalmente visuales, quedando olvidados o marginados otros aspectos sensoriales, lo cual en el caso del sonido resulta especialmente negativo. En la práctica arquitectónica usual resulta difícil la representación del sonido y la toma de conciencia de las cualidades del ambiente sensorial en la construcción; queda pendiente de realizarse una auténtica integración de la dimensión sonora en la producción arquitectónica ordinaria, la cual ha sido relegada como algo minoritario, accesorio o anecdótico.”<sup>442</sup>*

Añade después en su tesis: “La dimensión audiovisual de la arquitectura ha sido poco explorada, poniéndose incluso en duda su interés en la composición y el análisis del espacio arquitectónico. La percepción del espacio es un hecho complejo de carácter plurisensorial en el que la vista y la audición constituyen dos canales fundamentales que se condicionan recíprocamente.”<sup>443</sup>

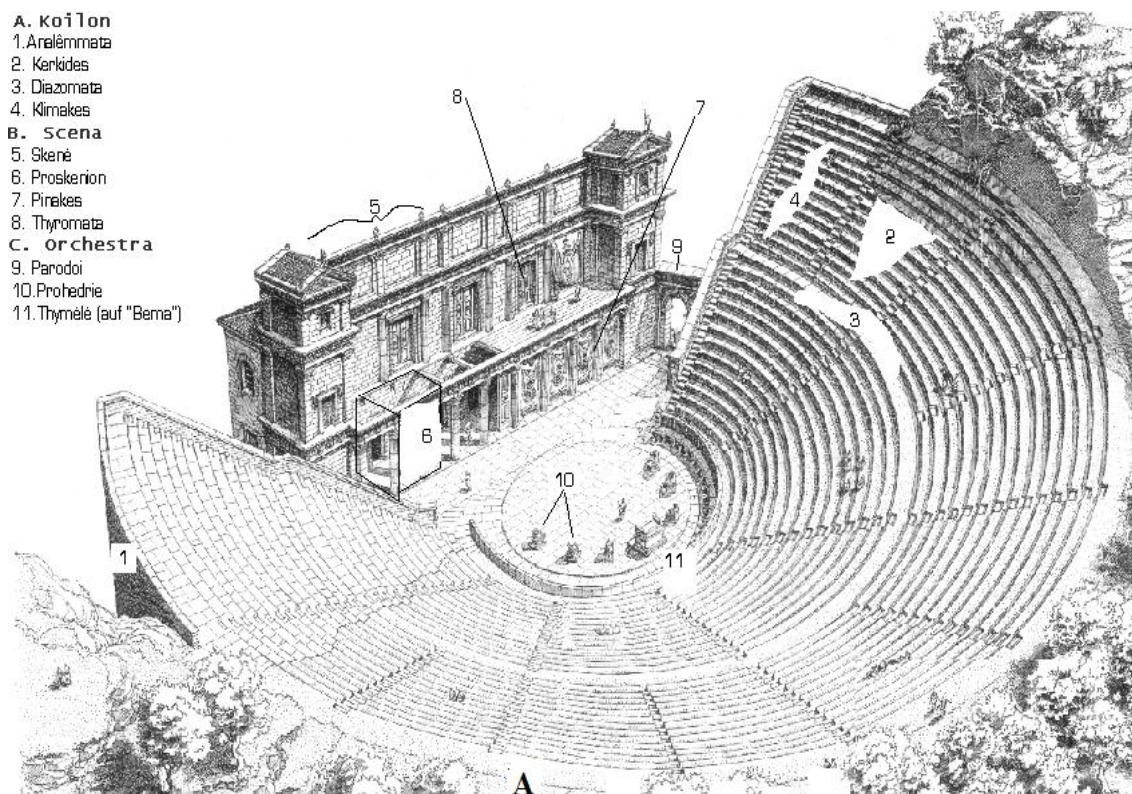
Los griegos, del s.V a.C. hasta el s.III a.C. diseñaron sus teatros sobre colinas y laderas con un sistema de gradas y diseño semicircular para facilitar la propagación del sonido de la voz y facilitar la inteligibilidad del texto, así como mantener una buena

---

<sup>442</sup> PALMESE, Cristina: “El diseño sonoro del espacio construido. Entre la intuición y el método.” Artículo escrito para el I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes. 2007. Publicado en: [\[http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\\_sonoros/p\\_sonoros01/palmese/palmese\\_01.htm\]](http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/palmese/palmese_01.htm). Consultado en junio de 2015.

<sup>443</sup> PALMESE, Cristina: *Sobre la identidad de la ciudad. El estudio de la interacción audiovisual en las nuevas herramientas para el proyecto. El caso de cuenca*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Departamento de Proyectos Arquitectónicos. 2014.

visión en espacios abiertos. El teatro romano derivó del griego, así como mucha de la arquitectura romana se basó directamente de la arquitectura del período helenístico.



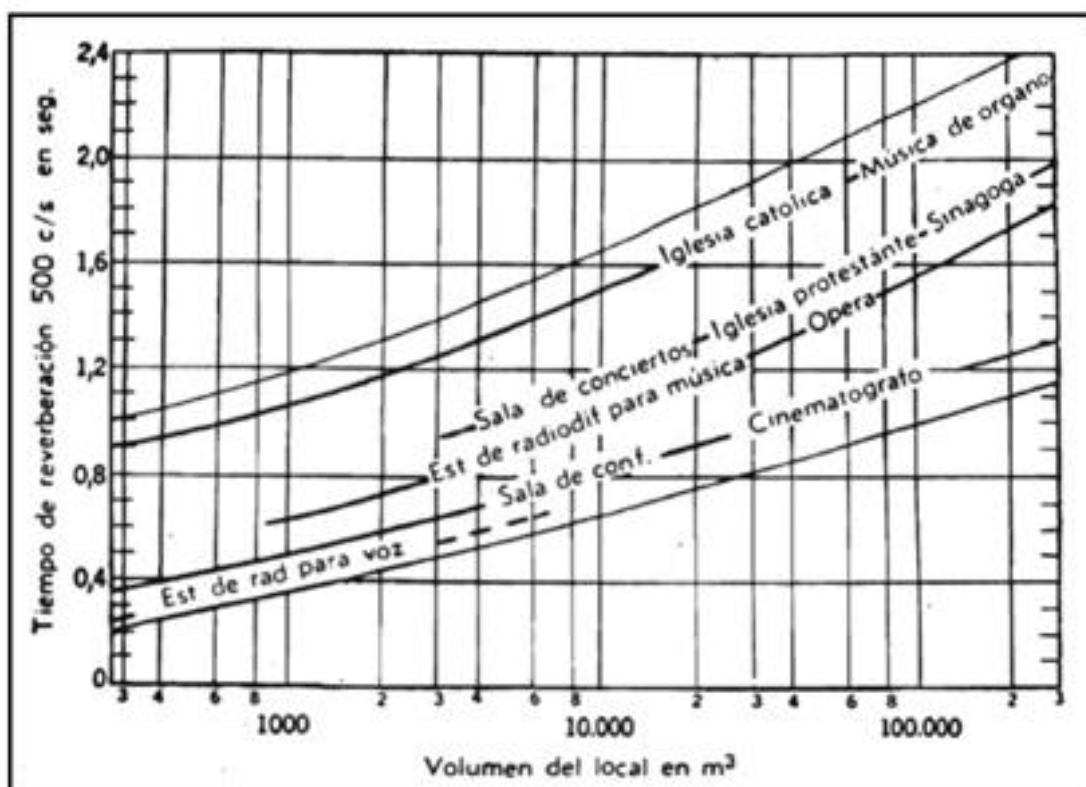
**Ilust. 33:** Teatro griego.

No será hasta finales del siglo XIX cuando la preocupación acústica se convierta en un elemento fundamental para el diseño arquitectónico. Hasta ese momento la acústica de una sala se ha limitado a aceptar el resultado de contraponer formas, tamaños y materiales. Surge en el siglo XX el dilema de utilizar el espacio sonoro realmente como un medio para escuchar música, en cuyo caso debe facilitar la transmisión del mensaje musical pasando desapercibido, o participar activamente del mensaje sonoro alterándolo, variándolo o incorporando información adicional que lo mejore. La acústica de salas va fundamentalmente en función de las características de la reverberación, la inteligibilidad de la palabra y la relación señal – ruido.<sup>444</sup>

<sup>444</sup>En:

[[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208038/ContLin/criterios\\_psicoacusticos\\_para\\_auditorios.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208038/ContLin/criterios_psicoacusticos_para_auditorios.html)]. Consultado en noviembre de 2016.

El tiempo de reverberación es el tiempo que pasa desde que la emisión de sonido se detiene hasta la caída del nivel de vibración (disminución de la presión sonora) en 60 dB,<sup>445</sup> esto es debido a las reflexiones del sonido contra los materiales de las superficies que delimitan el interior de una sala. Varía según la frecuencia y va relacionado con la calidad de la acústica de la sala en función de su calidez y su brillo dependiendo si pondera más las frecuencias graves o las agudas, respectivamente. En la imagen se relaciona el tiempo de reverberación estimado que debería tener un espacio arquitectónico en función del volumen del recinto.

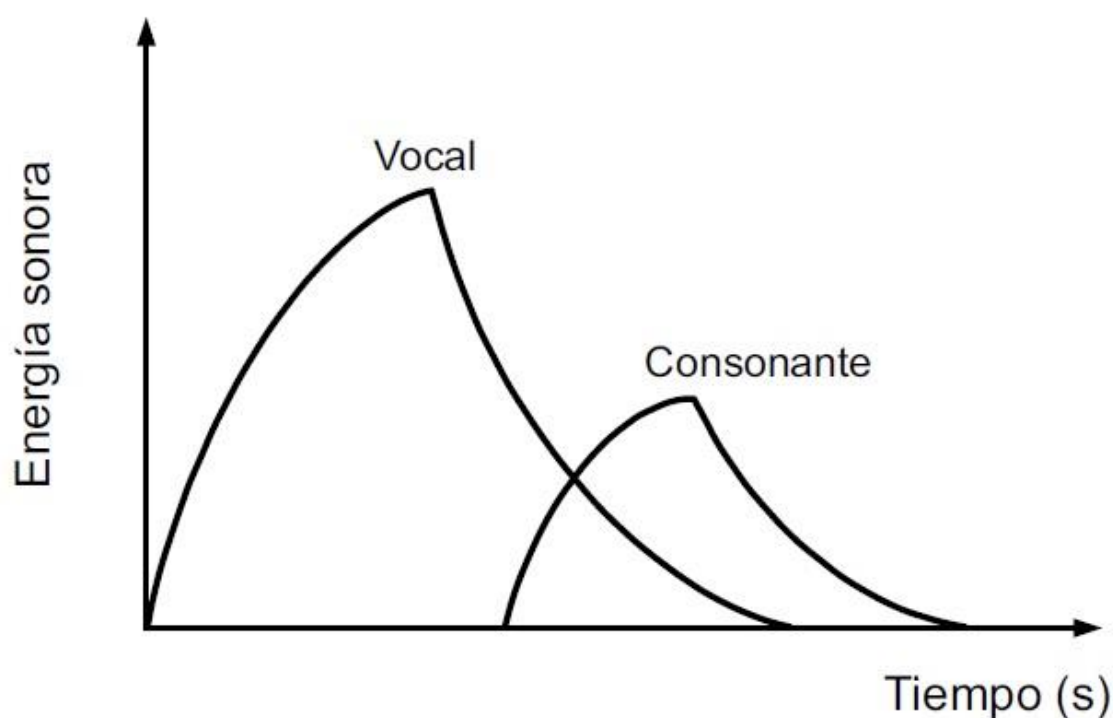


**Ilust. 34:** Tiempo de reverberación.

La inteligibilidad de la palabra hace referencia al conjunto de cualidades que debe tener el sonido producido por un orador para que los oyentes puedan entender el mensaje que se quiere transmitir a través de la palabra. El grado de inteligibilidad está estrechamente ligado a la correcta percepción de las consonantes por su importante con-

<sup>445</sup> VV.AA.: Documento Básico HR Protección contra el ruido. España. Ibergarceta Publicaciones S.L. 2009. Ministerio de la Vivienda. pp.49 – 50.

tenido de altas frecuencias. El enmascaramiento de las mismas, por un exceso de reverberación, provoca una pérdida de inteligibilidad en la sala. Además, al emitir un mensaje hablado, la duración de las vocales y su correspondiente nivel de presión sonora es mayor que el de las consonantes. El contenido de frecuencias de las vocales es más rico en bajas frecuencias, mientras que las consonantes presentan un mayor contenido de altas frecuencias. La reverberación provoca un solapamiento temporal de la vocal sobre la consonante. Esto unido a las características espectrales de ambos sonidos puede provocar el enmascaramiento parcial o total de la consonante, ya que un tono de baja frecuencia con un nivel de intensidad elevado enmascara otro tono de frecuencia más alta de nivel de intensidad inferior emitida inmediatamente después.<sup>446</sup>



**Ilust. 35:** Enmascaramiento vocal/consonante (C. Isbert).

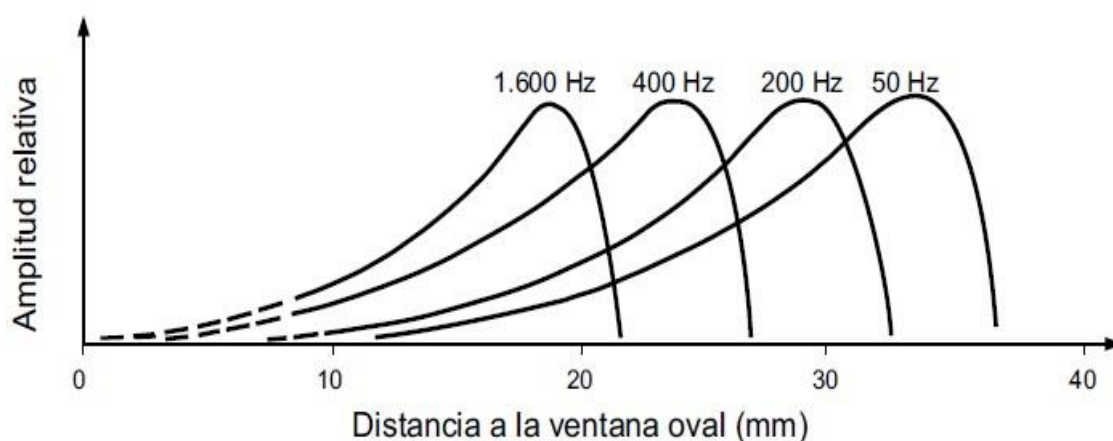
El enmascaramiento es también el proceso en el cual el umbral de audibilidad de un sonido específico se eleva, como resultado de la presencia de otro sonido.<sup>447</sup> Agustín Rico completa esta definición explicándolo de otra forma: Es el aumento del umbral de

<sup>446</sup> CARRIÓN ISBERT, Antoni: *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya, SL. 1998.

<sup>447</sup> BERANEK, Leo L.: *Acústica*. Editorial Hispanoamericana S. A. Buenos Aires (Arg.), 1961.

audición para un sonido provocado por la presencia de otro sonido en una sala. Se mide en dB y representa la diferencia entre el nivel de intensidad sonora (NIS) necesario para que un sonido se perciba destacado del ruido de fondo, y su propio umbral de audición cuando actúa solo.<sup>448</sup>

El enmascaramiento se explica teniendo en cuenta la forma en que la denominada membrana basilar del sistema auditivo es excitada por tonos puros de diferente frecuencia. La membrana basilar se extiende a lo largo de la cóclea desde la ventana oval hasta el extremo superior de aquella. Los tonos agudos hacen vibrar la membrana basilar cerca del estribo, la ventana oval y la ventana redonda donde es delgada y rígida. Los tonos graves hacen vibrar la membrana basilar cerca del helicotrema, donde es más flá-



**Ilust. 36:** Distancia a la ventana oval (C. Isbert).

Los tonos de alta frecuencia producen un desplazamiento máximo en la zona próxima a la ventana oval y, a medida que la frecuencia disminuye, dicho máximo se va desplazando hacia puntos más alejados de la misma.

La excitación es asimétrica, ya que presenta una cola que se extiende hacia la ventana oval (zona de frecuencias altas), mientras que por el lado contrario (frecuencias bajas) sufre una brusca atenuación. Esta asimetría produce que un tono de baja frecuencia pueda enmascarar otro de frecuencia más alta, y más, cuanto mayor sea su nivel de

<sup>448</sup> RICO ORTEGA, Agustín: *Protección frente al ruido. Tomo I: Fundamentos*. España. Tórculo Edicións. 2008. pp.98 y 99.

presión sonora. Esto es debido a que la zona de frecuencias cubierta por su cola es más extensa. Al contrario, el grado de enmascaramiento de un sonido de alta frecuencia sobre otro de baja frecuencia es claramente inferior.<sup>449</sup> Por lo tanto, el enmascaramiento del sonido es un factor muy importante en la acústica de una sala.

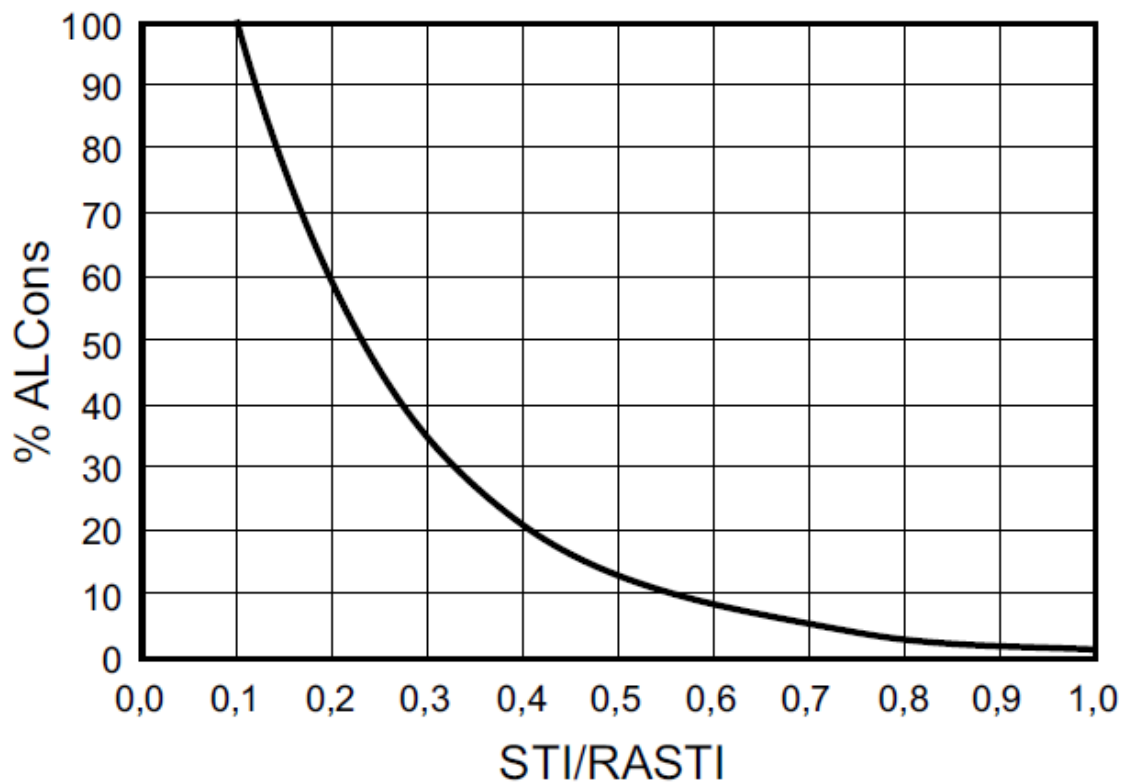
Los valores de inteligibilidad se calculan con los métodos RASTI<sup>450</sup> y %AL-Cons.<sup>451</sup> Estos valores varían según el recinto y las características acústicas y arquitectónicas de los espacios o salas. Para una sala de conciertos estos valores se encuentran en 0.67 y 4.6% respectivamente.

---

<sup>449</sup> CARRIÓN ISBERT, Antoni: *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya, SL. 1998. p.38

<sup>450</sup> RASTI: (Rapid Speech Transmission Index). Es una versión simplificada del STI (Speech Transmission Index), y es el parámetro medido en recintos debido a su rapidez de cálculo en relación con el STI. El valor del STI oscila entre 0 (inteligibilidad nula) y 1 (inteligibilidad total). Existe una muy buena correlación entre los valores de %ALCons y de STI / RASTI. En: CARRIÓN ISBERT, Antoni: op. cit.

<sup>451</sup> %ALCons: (Percentage Articulation Loss of Consonants) o Pérdida porcentual de articulación de las consonantes). Es un valor numérico que se utiliza en acústica para medir las cualidades de una sala, y cuantifica la inteligibilidad del habla. En una sala con un valor bajo es más sencillo entenderse que en una que tenga un valor alto. El valor se basa exclusivamente en el porcentaje de consonantes medio que no pueden llegar a entender los oyentes de una sala, ya que las vocales no son necesarias para entender un mensaje. El %ALCons es un valor consensuado, ya que la inteligibilidad es diferente para cada persona y por no tanto no es un valor unívoco. En: [<https://es.wikipedia.org/wiki/%25Alcons>]. Consultado en enero 2017.

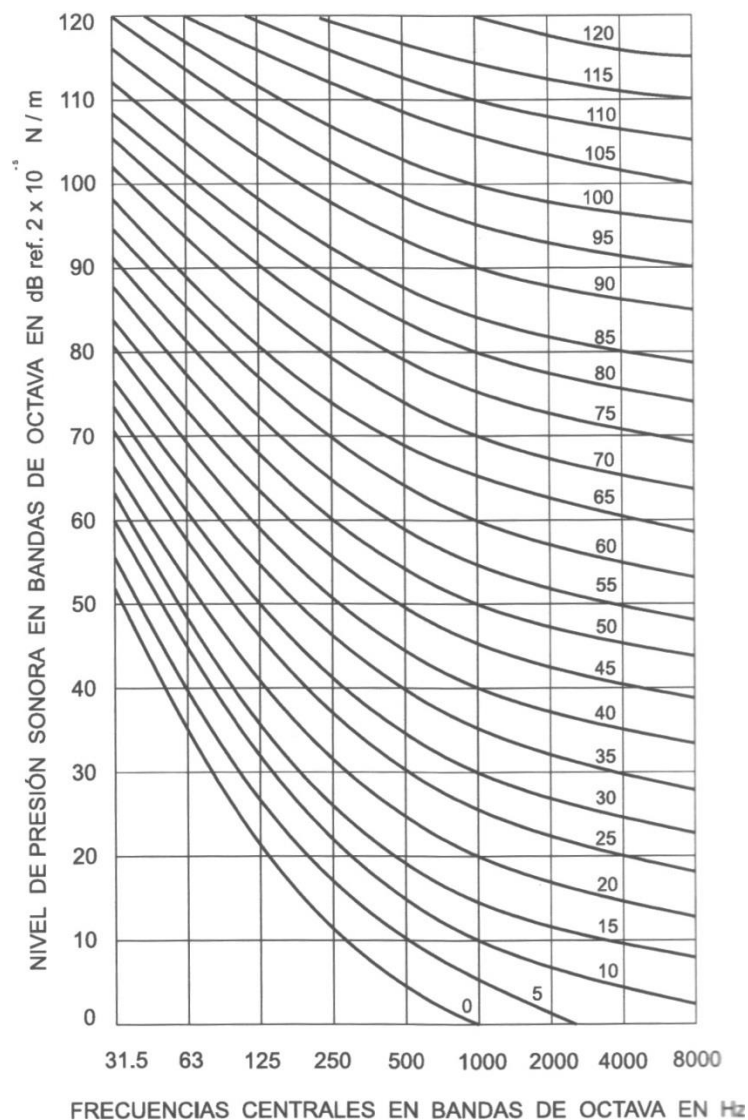


**Ilust. 37:** Valores de inteligibilidad RASTI/ALCons (C. Isbert).

Cuando el ruido de fondo supera determinados niveles de presión sonora, puede enmascarar parte de la información acústica que transporta el sonido. Su efecto es despreciable cuando como mínimo está 12 dB por debajo del nivel de la señal. En las salas donde es importante la calidad de sonido que llega a los oyentes, el objetivo es garantizar una óptima comunicación evitando que el enmascaramiento que se produce no afecte a la calidad del sonido. Para ello se necesita un criterio de evaluación del ruido de fondo para fijar los valores admisibles en diferentes situaciones. Los criterios más empleados para el diseño acústico en relación al nivel de ruido presente en recintos son:

- NR (Noise Rating): Se incluyen en la norma internacional ISO R 1996. Pone en relación el nivel de presión sonora, en bandas de octava en dB, y las frecuencias centrales en bandas de octava en Hz. Estas curvas presentan mayor

exigencia en el nivel de presión sonora en los componentes de alta frecuencia que en los de baja frecuencia.<sup>452</sup> Se emplean mucho en Europa.



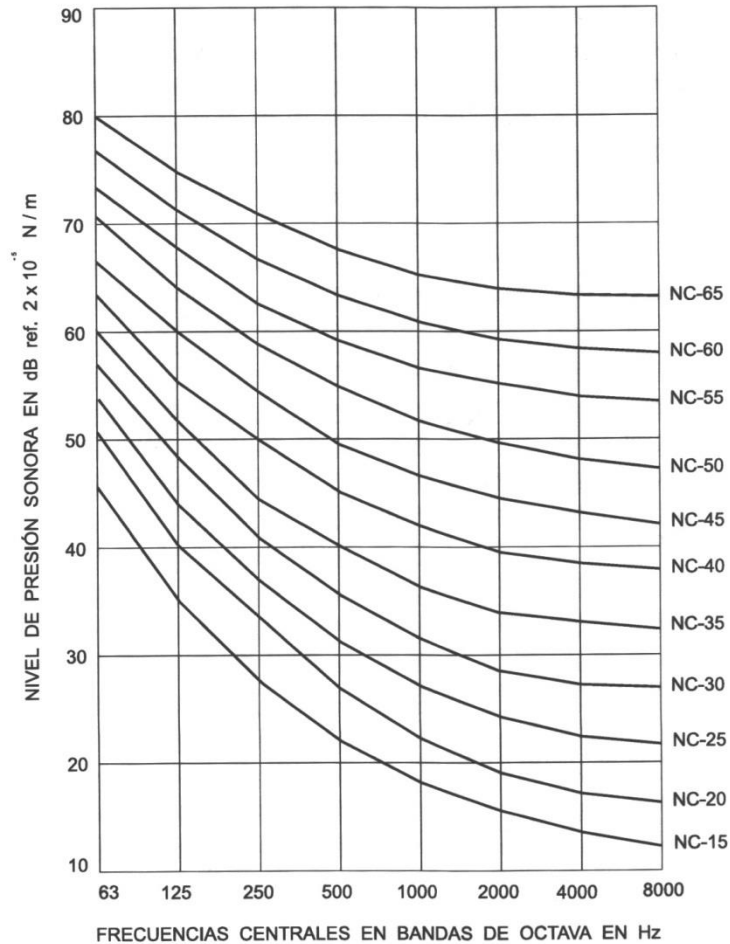
**Ilust. 38:** Curvas NR (A. Rico).

- NC (Noise Criteria): Fueron creadas en 1957 por Leo L. Beranek.<sup>453</sup> En ellas se relaciona con mayor precisión el ruido de fondo presente en un recinto con la perturbación que producen en la inteligibilidad de la conversación. Relaciona el nivel de ruido presente por octavo de banda y en consecuencia el nivel de ruido admisible para ese recinto.

<sup>452</sup> Agustín Rico justifica esta exigencia con el hecho de que los sonidos agudos son más molestos que los graves para el oído humano.

<sup>453</sup> BERANEK, Leo L.: *Acústica*. Editorial Hispanoamericana S. A. Buenos Aires (Arg.), 1961.

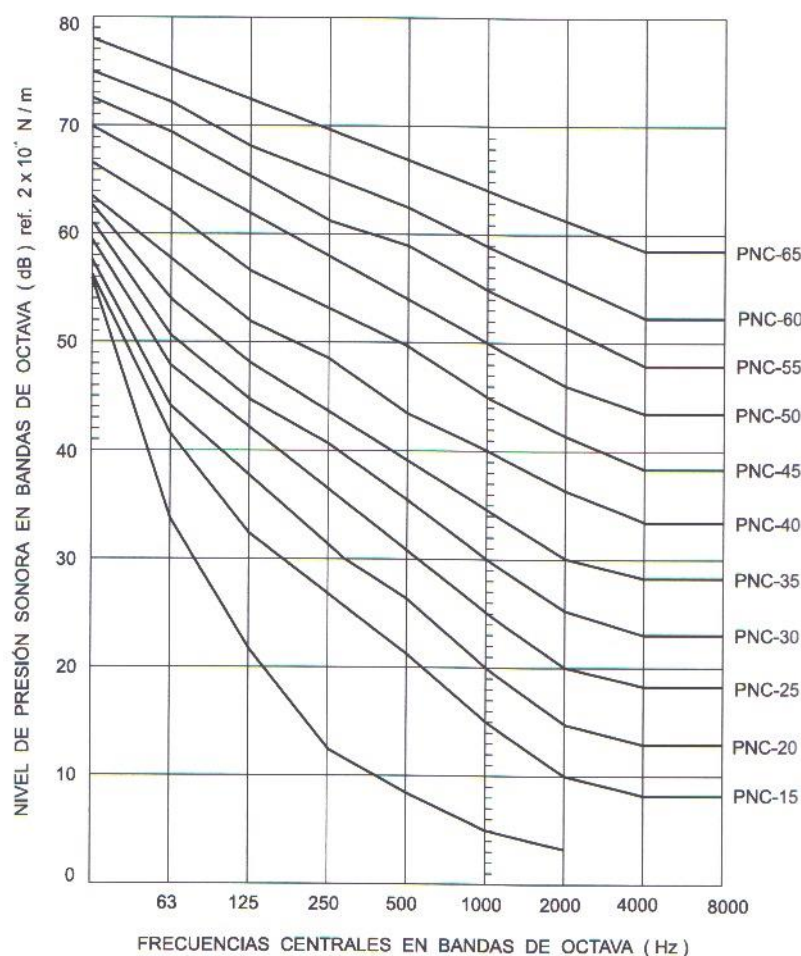




**Ilust. 39:** Curvas NC (A. Rico).

- Las curvas de valoración PNC (Preferred Noise Criteria): se crearon a partir de las curvas NC con algunas diferencias en los valores de las curvas como resultado de cambios en los procedimientos de medición y en el análisis de los datos. No han sido aceptadas internacionalmente.<sup>454</sup>

<sup>454</sup> Las curvas asignan a cada banda de frecuencias un valor de presión sonora. La evaluación del ruido de fondo se realiza dibujando su espectrograma sobre la plantilla del conjunto de curvas elegido (NR, NC, PNC) y leyendo el número de la curva que cruza el nivel más alto del espectro.



**Ilust. 40:** Curvas PNC (A. Rico).

Aún hoy, muchas salas de conciertos y teatros siguen condicionados más por el mensaje visual que por el auditivo.

Los principales escenarios sonoros (musicales) cubiertos que se encuentran son:

- Iglesias: Románicas, Góticas, Renacentistas, Barrocas, etcétera, con un amplio abanico de tamaños y formas. Se caracterizan por poseer grandes tiempos de reverberación y múltiples reflexiones según la forma. Los tiempos de reverberación pueden oscilar entre los 2 segundos las más secas y más de 10 las más reverberantes. Eran edificios pensados más representar la grandeza de Dios en la tierra, deleitar la vista con la belleza y albergar mucha gente que como escenario acústico. Se puede decir que toda la música coral con texto religioso y las posteriores *sonate da Chiesa*, se hicieron para la iglesia aunque no toda se pensó

acústicamente para ésta. Desde el siglo XII y XIII con la escuela de Notre – Dame de Leonin y Perotin y las composiciones de salmos (recitado de versos alternados por una antífona o estribillo), han ido evolucionando hasta las obras del Renacimiento a varios coros que se colocaban en los transeptos de la nave menor de las iglesias góticas para crear un efecto de estereofonía. Tal es el caso del estilo Veneciano, que se desarrolló entre el final del Renacimiento y principios del Barroco que situaba los coros o conjuntos instrumentales separados espacialmente, cantando y tocando de forma alternada. Fue un cambio importante sobre la música polifónica que se escribía en el Renacimiento desembocando en un estilo que se desarrollaría plenamente en el barroco. La dificultad, debida a la distancia, para sincronizar los dos coros cantando la misma música simultáneamente produjo que los compositores comenzaran a sacar partido de este fenómeno acústico generando efectos especiales. Compositores como Adrian Willaert (1490 – 1562), fundador de esta Escuela Veneciana, lo resolvieron escribiendo música antifonal en la que se producía un efecto estereofónico entre los dos coros. Este tipo de escritura se hizo bastante popular y pronto otros compositores comenzaron a imitar la idea no sólo en la basílica de San Marcos en Venecia, sino en otras grandes catedrales italianas. Es la primera vez, documentada, en la historia de la música en la que las obras se hacen pensando exclusivamente en el espacio sonoro en el que van a ser interpretadas.

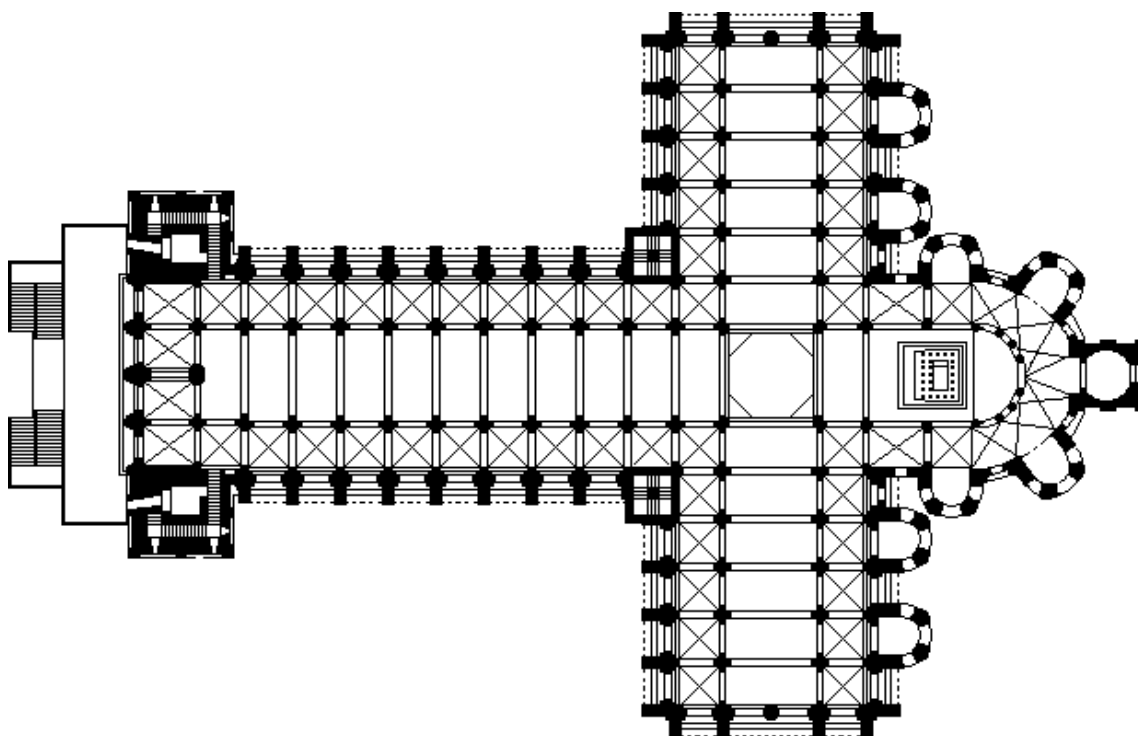
Giovanni Gabrielli (1554? – 1612) fue uno de los últimos representantes de la Escuela Veneciana. En su colección de *Sacrae Symphoniae* (1597) llevó a su máximo esplendor el estilo policoral con complejas combinaciones vocales e instrumentales que distribuía por el espacio. El compositor Luigi Nono (1924 – 1990) echa de menos esta forma de escuchar música donde el espacio arquitectónico participaba activamente en la música: “*la escritura musical era totalmente diferente si se pensaba en cinco coros o en un coro a cuatro voces.*”<sup>455</sup>

La estructura y reverberación de las iglesias también ha condicionado bastante la forma de tocar el órgano y las articulaciones que se utilizan para buscar cierta limpieza sonora con tal cantidad de reverberación. Las primeras reflexiones se unen con el sonido directo a un volumen muy similar provocando en muchas ocasiones gran confusión en pasajes rápidos. Muchos de estos problemas se pro-

---

<sup>455</sup> CACCIARI, Massimo: *Verso Prometeo. Luigi Nono*. Milán. Ricordi. 1984.

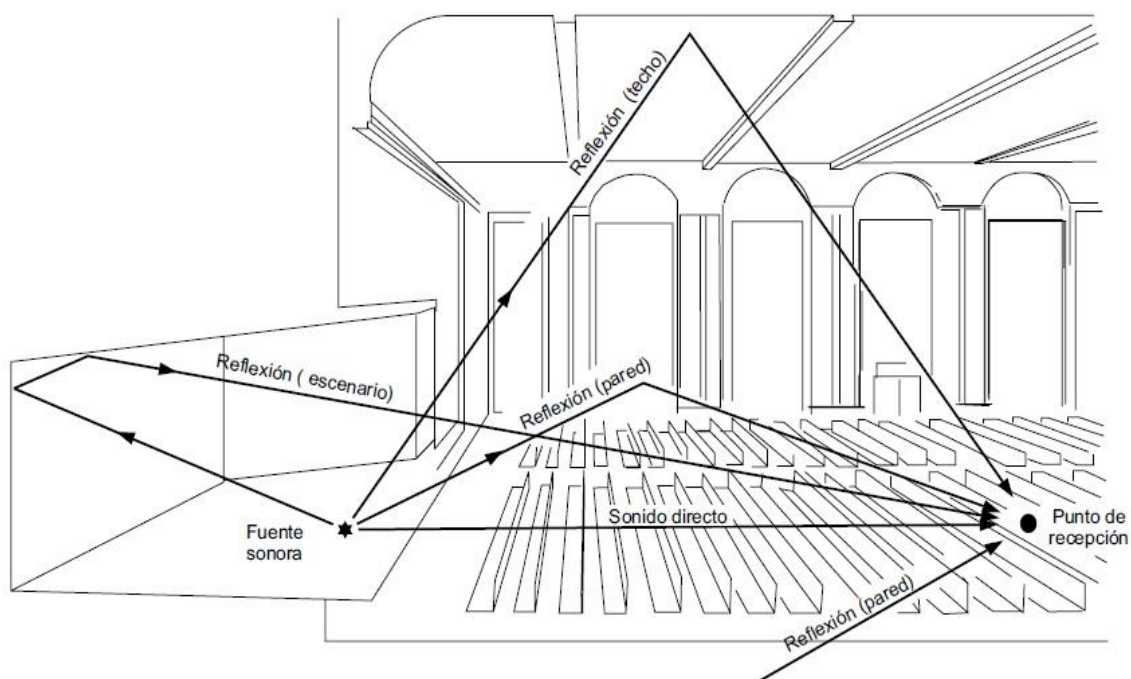
ducen porque, realmente, algunos músicos no pensaron en el espacio que se iba a ejecutar la obra.



**Ilust. 41:** Catedral de planta cruz latina.

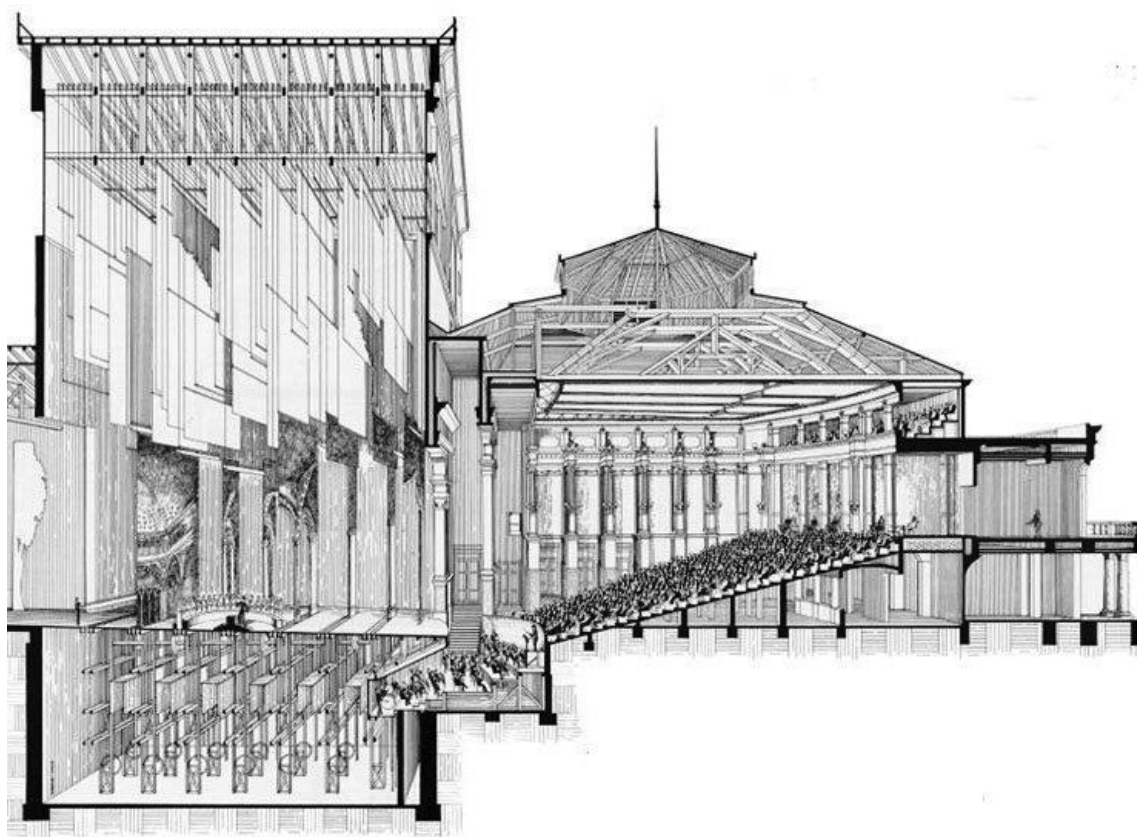
- Salas de los grandes palacios: Los nobles podían pagar grupos grandes de música para fiestas, bailes, conciertos privados o conmemoración de eventos importantes. Este tipo de salas tenían un tamaño suficiente para el grupo de música y un público más o menos numeroso de personas. Tenían una reverberación menor que las iglesias ya que el tamaño y, sobre todo, la altura era mucho menor. El número de personas modificaba notablemente la acústica del lugar, así como adornos, lámparas, tapices, espejos, cortinas, etcétera.
- Salas de conciertos y teatros: Son los únicos espacios pensados para una correcta audición de conciertos donde todo el sonido del escenario es proyectado sobre el público para mejorar la experiencia acústica independientemente de la obra. Estos espacios también intentan mantener la visibilidad de la acción que se produ-

ce en el escenario por lo que los espectadores se ubican en un sistema de gradas. Una buena forma de aunar visión y audición.



**Ilust. 42:** Reflexiones teatro/sala de conciertos (C. Isbert).

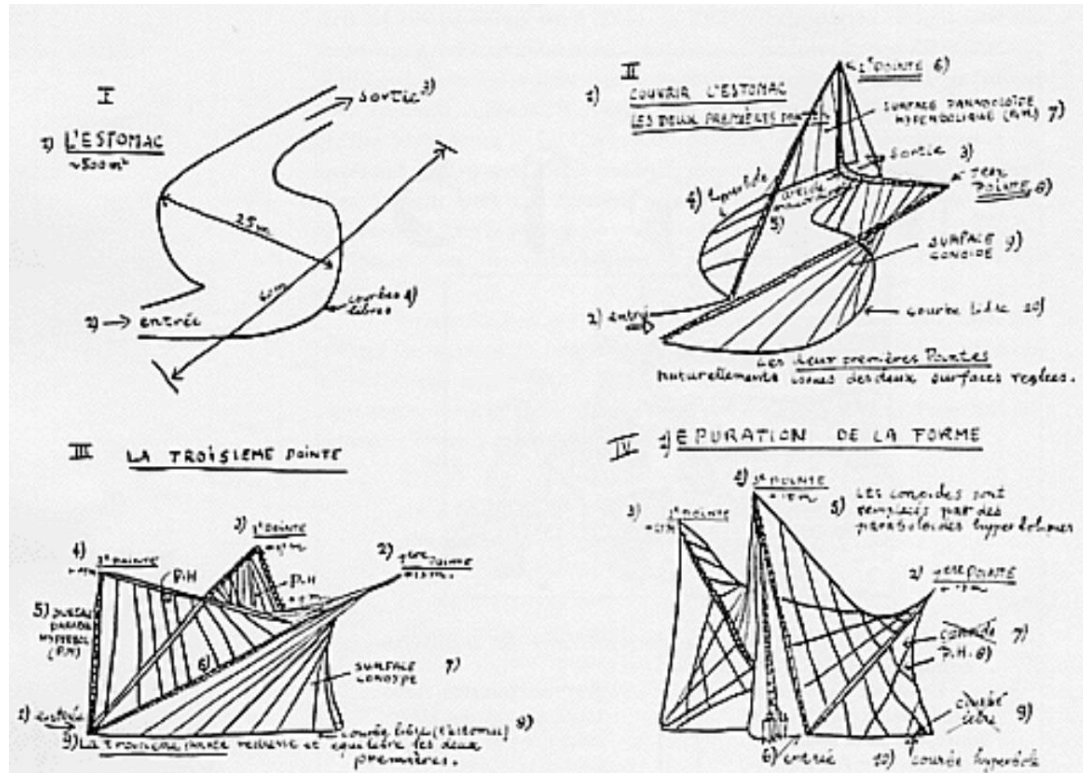
En otros casos se adaptaba el espacio sonoro a la música que iba a albergar como el *Festspielhaus* de Bayreuth que fue especialmente diseñado por Richard Wagner para la representación de sus óperas. La inauguración se hizo con la primera representación completa de las cuatro óperas que constituyen el ciclo *El anillo del nibelungo*, en 1876. En el diseño del foso, la orquesta queda oculta debajo de una gran concha de madera que dirige el sonido hacia el escenario, de esta manera se mezcla la música con la voz de los cantantes. La colocación de los instrumentos es también diferente para proyectar sobre los cantantes las partes instrumentales (violines primeros y contrabajos, sobre todo) que más podían ayudar y dar referencias.



**Ilust. 43:** Perfil Festspielhaus de Bayreuth.

El Pabellón Philips construido para la Expo Universal de 1958 en Bruselas, fue uno de los primeros intentos que aunar el espacio arquitectónico con la música y las imágenes y presentarlo como un todo. Representa un fenómeno artístico importante a través de su síntesis de arquitectura, medios visuales y música. El diseño fue realizado por Le Corbusier en colaboración con el compositor Iannis Xenakis (1922 – 2001). Para esta ocasión, el compositor Edgar Varèse (1883 – 1965) compuso el *Electronique Poème* (1957), que se escucharía durante los días de exposición a través de 425 altavoces, al mismo tiempo que se podría mirar una película realizada por Le Corbusier. El trabajo era una combinación de música concreta y sonidos electrónicos. Imágenes y fotografías se proyectaban en las paredes sin ningún intento de sincronización con el sonido. Los altavoces se fijan en las paredes, que estaban recubiertas de amianto, material que creaba una apariencia de textura. Varèse elaboró un detallado plano, especial para todo el espacio, aprovechando la disposición física del pabellón, sobre todo la altura del mismo. El amianto endureció las paredes creando una cavernosa

acústica. Mientras que el público entraba y salía del pabellón se podía escuchar *Concret PH* de Xenakis (1958).<sup>456</sup>



**Ilust. 44:** Bocetos Pabellón Philips.

<sup>456</sup> Extraído de: [https://es.wikiarquitectura.com/index.php/Pabell%C3%B3n\_Philips\_Expo\_58]. Consultado en diciembre de 2016.



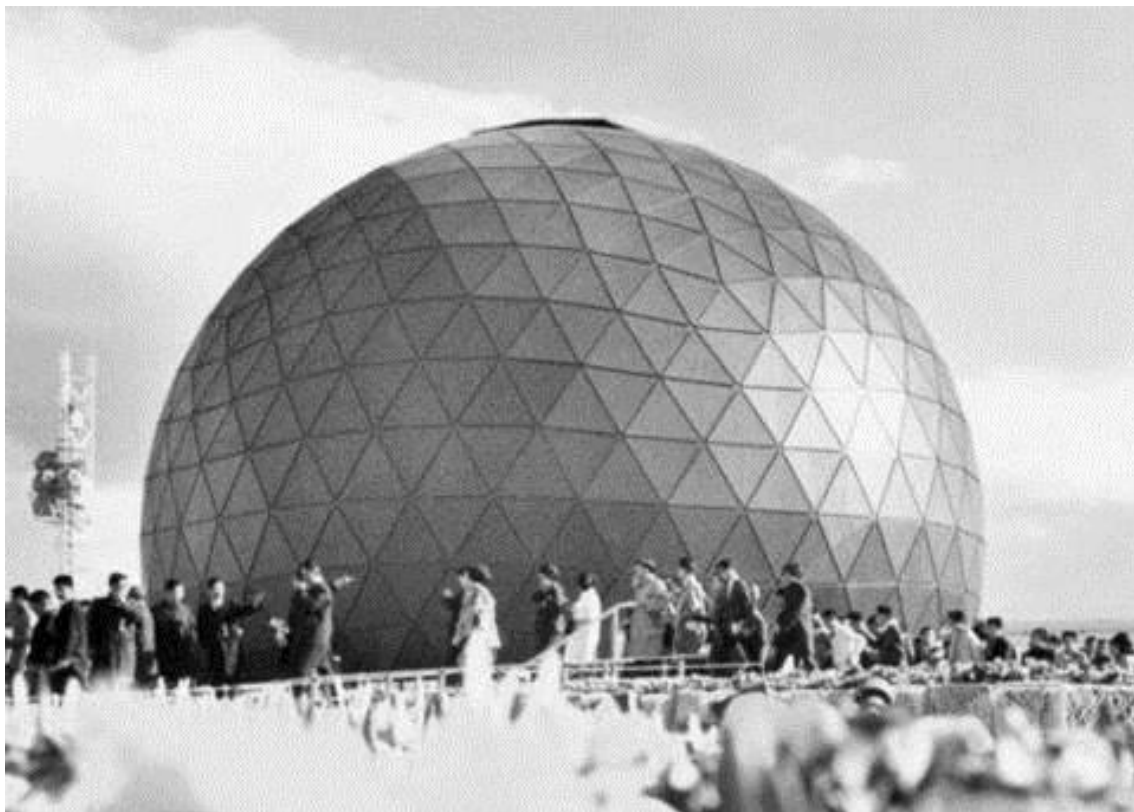
**Ilust. 45:** Pabellón Philips.

Para la Expo Mundial de 1970 en Osaka, Alemania construyó la primera sala de conciertos esférica del mundo. Estaba basado en los conceptos artísticos de Karlheinz Stockhausen y el concepto técnico del sonido del Estudio Electrónico de la Universidad Técnica de Berlín. El público se sentó sobre una rejilla permeable al sonido, justo debajo del centro de la esfera, y 50 grupos de altavoces dispuestos alrededor reproducían, en tres dimensiones, composiciones electroacústicas que habían sido especialmente encargadas o adaptadas para este espacio. Obras de compositores como Bernd Alois Zimmermann (1918 – 1970) y Boris Blacher (1903 – 1974) fueron interpretadas en un multipistas, junto con Bach y Beethoven.<sup>457</sup>

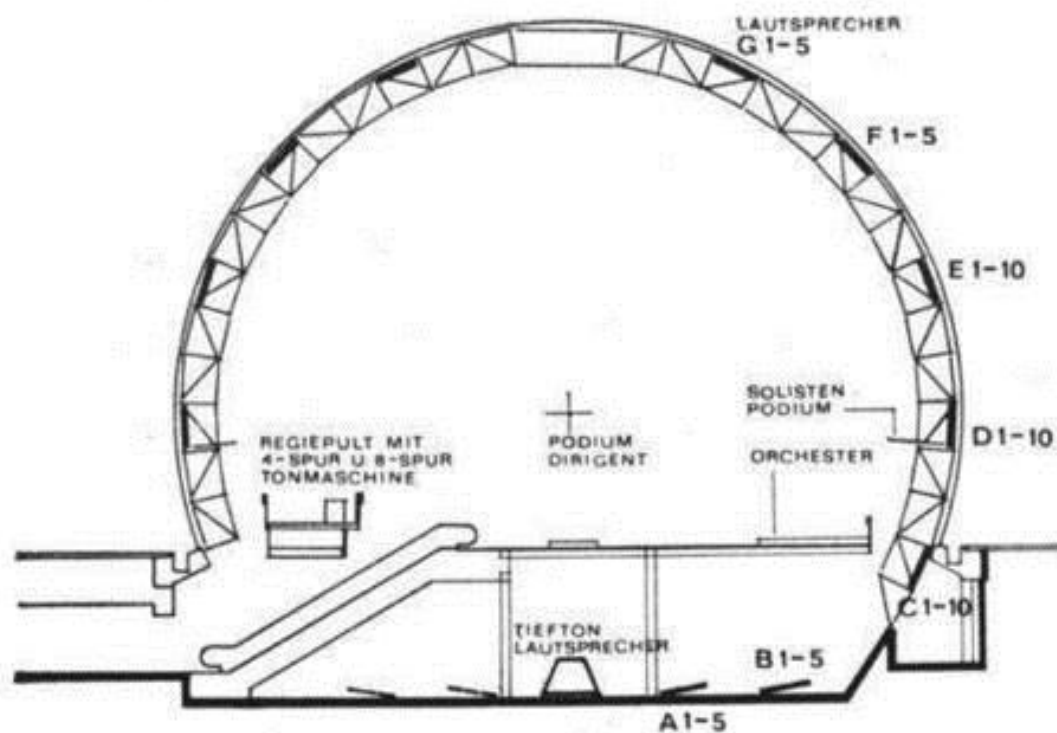
---

<sup>457</sup> En: [<http://www.medienkunstnetz.de/works/stockhausen-im-kugelauditorium/images/1/>]. Consultado en enero de 2017.





**Ilust. 46:** Pabellón alemán Osaka, 1970.

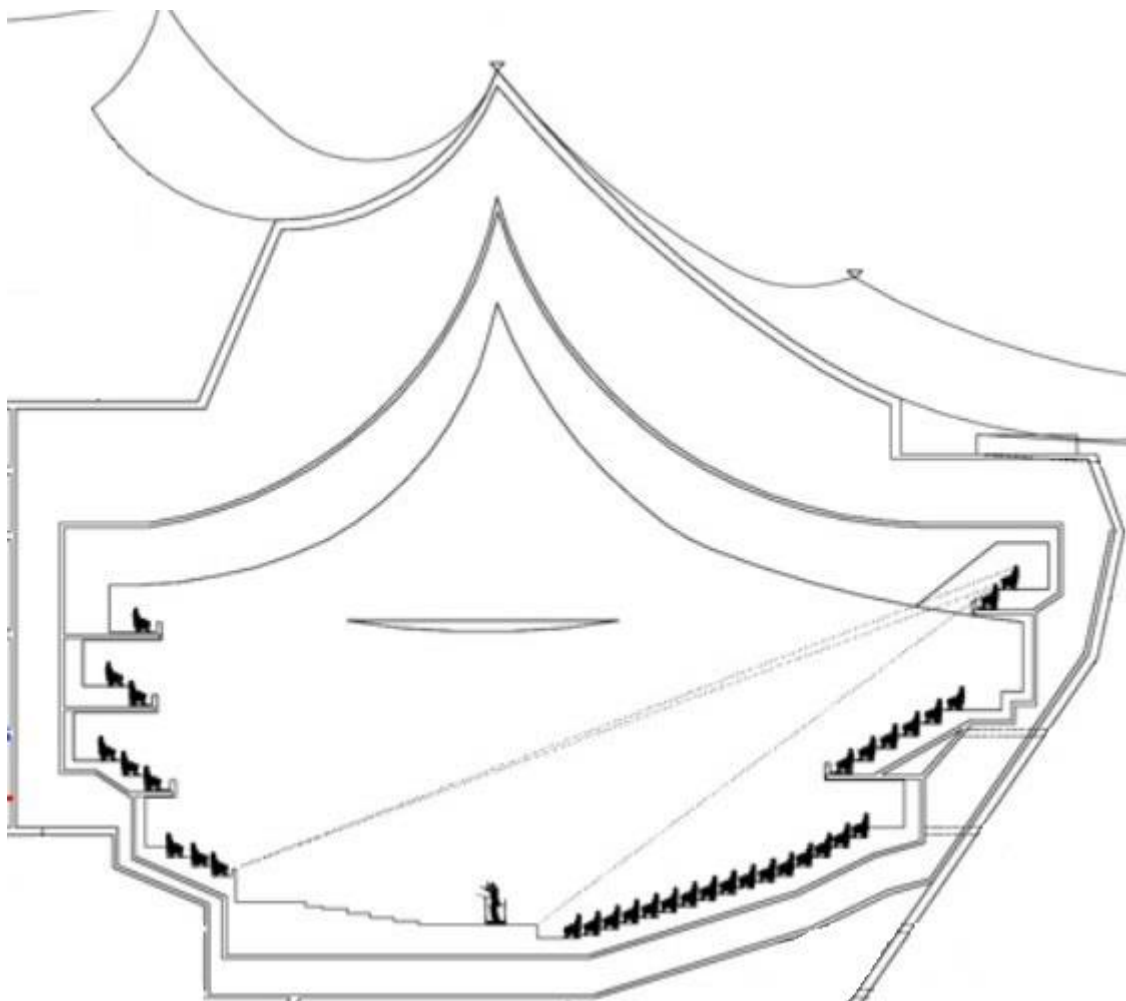


**Ilust. 47:** Perfil Pabellón alemán Osaka, 1970.

La sala de conciertos *Elbphilharmonie* de Hamburgo<sup>458</sup> estrenada el 12 de enero de 2017 supone uno de los retos más interesantes de la acústica. La sala tiene sólo 2.150 plazas y supone un concepto nuevo, tanto acústica como visualmente. Según la página web del propio auditorio: Los diseñadores Herzog y De Meuron utilizaron algoritmos para generar una forma única para cada uno de los 10.000 paneles acústicos de fibra de yeso que recubren las paredes del auditorio, como si fueran las piezas entrelazadas de un rompecabezas gigante y ondulante. Los paneles, fundidos unos con otros en color blanco, tienen una función diferente y cuentan con un millón de celdas, pequeñas divisiones con forma de concha. Estas celdas, que varían entre cuatro y dieciséis cm. de diámetro, están diseñadas para dar forma al sonido dentro del auditorio. Cuando las ondas sonoras golpean un panel, la superficie irregular las absorbe o dispersa. Ningún panel absorbe o dispersa las ondas de sonido por igual, pero juntos crean una reverberación equilibrada en todo el auditorio. Los algoritmos también han ayudado a diseñar puentes, partes de móviles, tipos de paredes, incluso sillas.

---

<sup>458</sup> En: [<https://www.elbphilharmonie.de/>]. Consultada en enero de 2017.



**Ilust. 48:** Perfil *Elbphilharmonie* de Hamburgo.



**Ilust. 49:** Interior *Elbphilharmonie* de Hamburgo.

La *Pierre Boulez Saal*<sup>459</sup> de Berlín es una construcción modular que, al reconfigurar sus gradas, puede crear una variedad de correlaciones espaciales. El concepto definitorio de *Salle Modulable* lo distingue de otros espacios creando un lugar especial en el paisaje musical de Berlín.

Un esbozo de óvalos fue la inspiración para este espacio esférico, que abarca un barrido de 360 grados. La proximidad de la audiencia y los músicos es un ingrediente esencial, ya que nunca hay una separación mayor de unos pocos metros. Su diseño permite al público experimentar una fuerte conexión con la energía especial que se libera cuando se hace música. Las dos elipses entrelazadas de las plantas crean una impresión de ingravidez.

El salón tiene capacidad para 682 espectadores, integrando a cada uno de ellos perfectamente en el espacio. El montaje puede adaptarse al número de músicos y, sobre todo, al repertorio que se está realizando. Cada punto de vista ofrece una toma diferente del concierto, e incluso, los artistas e intérpretes pueden descubrir constantemente nuevas perspectivas dentro del espacio. La intimidad de la sala permite a los músicos solis-

---

<sup>459</sup> En: [<https://boulezsaal.de/home>]. Consultada en febrero de 2017.

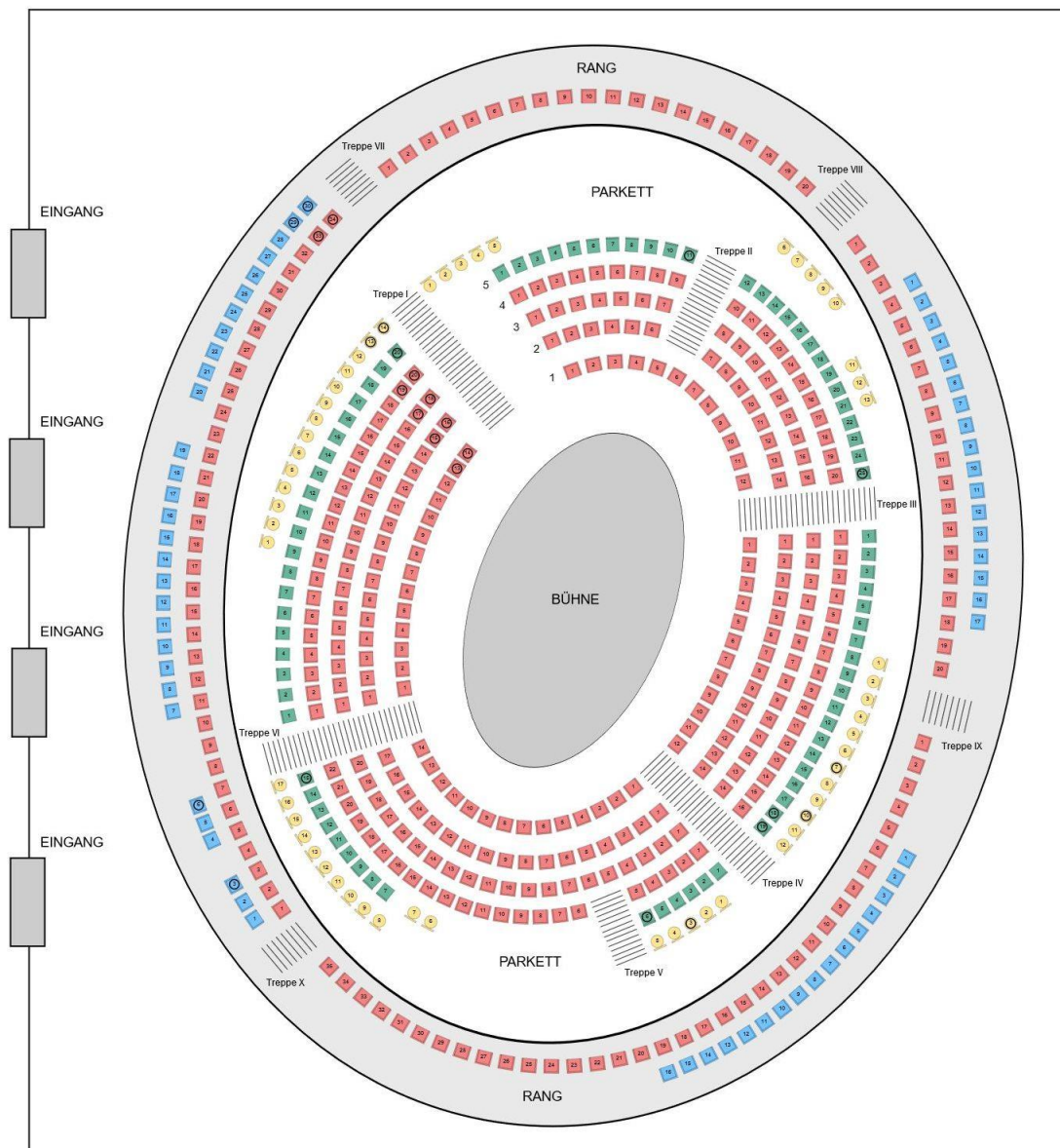
tas aparecer en el escenario con la misma presencia que las formaciones de música de cámara, mientras que se ajusta cómodamente a una orquesta de tamaño mediano.

Estas características la convierten en una sala única y flexible, transformada por sus innumerables posibilidades adaptadas a las nuevas formas de concebir los espacios sonoros en concierto reforzando la relación del concepto músico-espectador. Será estrenada en marzo de 2017.



**Ilust. 50:** Maqueta *Pierre Boulez Saal*.





**Ilust. 51:** Planta *Pierre Boulez Saal*.

### 6.6.1. Obras musicales inspiradas en efectos acústicos

En la historia de la música se puede encontrar algunas obras que juegan imitando la textura que produce la reverberación y cómo afecta a la armonía y la percepción de la obra. Realmente no se sabe si buscaban estos efectos, pero el resultado es muy similar a aplicar en un momento dado una reverberación grande sobre un pasaje concreto. Este efecto se produce mediante un uso muy inteligente de la disonancia.

Algunos ejemplos son:

*Actus tragicus* de la Cantata *Gottes Zeit ist die allerbeste Zeit*, BWV106 (1708) de Johann Sebastian Bach (1685 – 1750). Es muy interesante la escritura de las dos flautas en las que se van produciendo choques de disonancias de Segunda menor y mayor por el efecto que produce.



**Part. 43:** *Actus tragicus* de la Cantata *Gottes Zeit ist die allerbeste Zeit*, BWV106 de J. S. Bach.

En el cuarteto *Tendre amour* de las *Indes galantes* (1735) de Jean Philippe Rameau (1683 – 1764) crea, al final de la pieza, un efecto de reverberación uniendo las notas del acorde de tónica con las del cuarto grado dejando después un compás entero de silencio para que se perciba bien el efecto. Algunas grabaciones, por desgracia, procuran atenuar este efecto mediante la dinámica o la duración de las notas. Otras, como la que efectuó William Christie con *Les Arts Florissants*, hacen un pequeño calderón sobre el acorde y después sobre el silencio dejando que suene en todo su esplendor.



**Part. 44:** Cuarteto *Tendre amour* de las *Indes galantes* de J. Ph. Rameau.

En el *Concerto con Violino Principale et altro Violino per eco in lontano* RV552, compuesto en 1740, Antonio Vivaldi explora las sensaciones del espacio y el eco. Este concierto está preparado para que uno de los violines esté colocado y suene a lo lejos. De esta forma las conversaciones entre los dos violines solistas se ven condicionadas y alteradas por el eco que crea el entorno sonoro produciendo un efecto muy interesante.

En *Neptuno, el místico* de *Los Planetas* op.32 de Gustav Holst, compuestos entre 1914 – 16, se puede encontrar un efecto parecido al de Vivaldi jugando con los espacios sonoros. En la partitura aparece el siguiente texto escrito por Holst:

*El coro debe colocarse en una habitación contigua, cuya puerta debe dejarse abierta hasta el último compás de la obra, cuando se cerrará lenta y silenciosamente.*

Un efecto parecido al anterior de Rameau se encuentra al principio de *Lux Aurumque* (2000) de Eric Whitacre (n.1970) superponiendo también el quinto grado sobre el de tónica en el segundo compás.



**Adagio, Molto Legato** (♩ = 60-66)

SOPRANO

ALTO

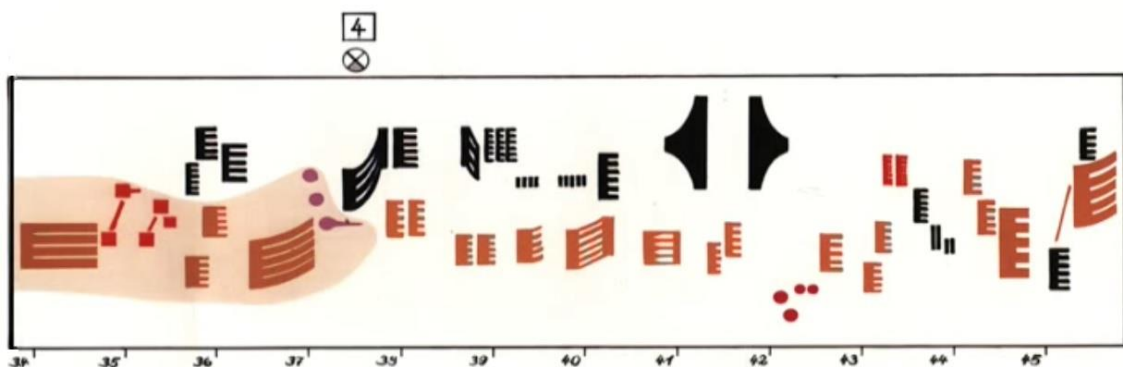
TENOR

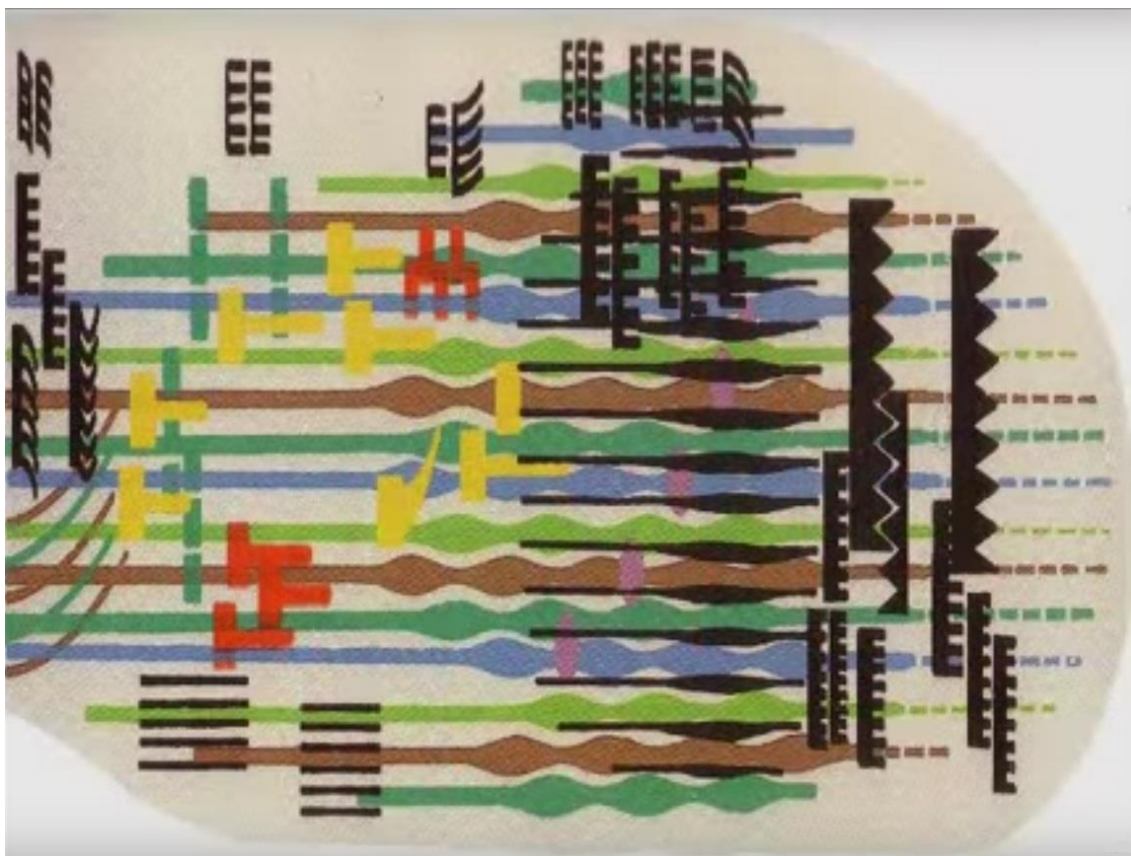
BASS

Lux, \_\_\_\_\_

**Part. 45:** *Lux Aurumque* de E. Whitacre.

La obra electroacústica de György Ligeti (1923 – 2006) abre una dimensión del espacio muy interesante produciendo una sensación acústica nueva sirviéndose solamente de una grabación cuadrafónica con sonidos electrónicos. La obra *Artikulation* (1958) es un buen ejemplo. La obra de casi 4 minutos de duración fue premiada en 1958 en el *WDR Cologne's 'Musik der Zeit'*. Ligeti utilizó una selección de segmentos sonoros ordenados y relacionados con la fonética. También incluyó formas de onda senoidal, ruido blanco, generadores de impulsos, así como filtros. Aquí se puede analizar su transcripción gráfica de los sonidos, efectuada en los años 70 por Rainer Wehinger.





**Ilust. 52:** *Artikulation* de G. Ligeti. Transcripción gráfica de los sonidos por Rainer Wehinger.

En la escritura para clavecín del periodo barroco se dio el llamado *lute*, un estilo consistente en texturas armónicas con enlaces de acordes arpegiados, que creaban melodías de acordes. La forma de ejecutarlo era manteniendo las notas que iban sonando mediante pedales figurados, produciendo una mezcla de sonidos y armonías que simulaban la resonancia del laúd. La sensación resultante es una especie de eco controlado en el que se produce un lleno sonoro donde, por las características del timbre y la acústica del clave, se mezclan las armonías, pero no se produce confusión sonora creando una sensación acústica muy interesante.

En el Rondó *Les barricades misterieuses* del segundo libro de piezas para clave (1716) de François Couperin (1668 – 1733), se puede apreciar cómo el compositor da las pautas para resolver la interpretación mediante las ligaduras.

*Les Baricades  
Mistérieuses*



**Part. 46:** Rondó *Les barricades misterieuses* del segundo libro de piezas para clave de F. Couperin,

En el primer *preludio* BWV346 del Clave bien temperado (1722) de Johann Sebastian Bach (1685 – 1750) se puede ver también este tipo de escritura.



**Part. 47:** *Preludio* BWV346 del Clave bien temperado (1722) de J. S. Bach.

En su *preludio* BWV999 en Do menor se puede ver este estilo, pero sin “resolver”.



**Part. 48:** *Preludio* BWV999 del Clave bien temperado (1722) de J. S. Bach.

Otro bonito ejemplo del estilo *lute* es la *Zarabanda* de la *Suite IX* BuxWV235 de Dietrich Buxtehude (1737 – 1707).



**Part. 49:** Zarabanda de la Suite IX BuxWV235 de D. Buxtehude

### 6.6.2. Otros espacios sonoros al aire libre

Quizá uno de los espacios que aúna mejor las sensaciones producidas en los sentidos sean los diseños de los jardines en los que se conjugan perfectamente la vista, el oído, el olfato y el tacto. En palabras del Dr. Alfredo Aracil: “*Los jardines son un refinado artificio diseñado no sólo para la vista, el tacto o el olfato, sino también para el oído. La valoración y disfrute consciente de los sonidos en un jardín o en la naturaleza alcanzó en Europa su mayoría de edad en el Renacimiento y Barroco, una época en la que se idearon curiosos mecanismos y estrategias para proporcionar sonidos naturales (el canto de los pájaros) y artificiales (el sonido de las fuentes, la música de autómatas) a escogidos rincones del jardín.*”<sup>460</sup>

Muchos de estos jardines se disponían geométricamente y sus formas se estudiaban meticulosamente para hacer pequeñas estancias, pasillos, laberintos y cualquier forma que se pudiera imaginar con paredes de arbusto. Algunos incluían aparatos móviles o pequeñas esculturas que sonaban con el aire o el agua, tanto si hacían chocar entre sí estructuras colgadas de madera o de metal, como si hacían sonar tubos a modo de flauta. Todo estaba diseñado para crear una experiencia única y diferente dentro del jardín donde se mezclaba lo natural con lo artificial.

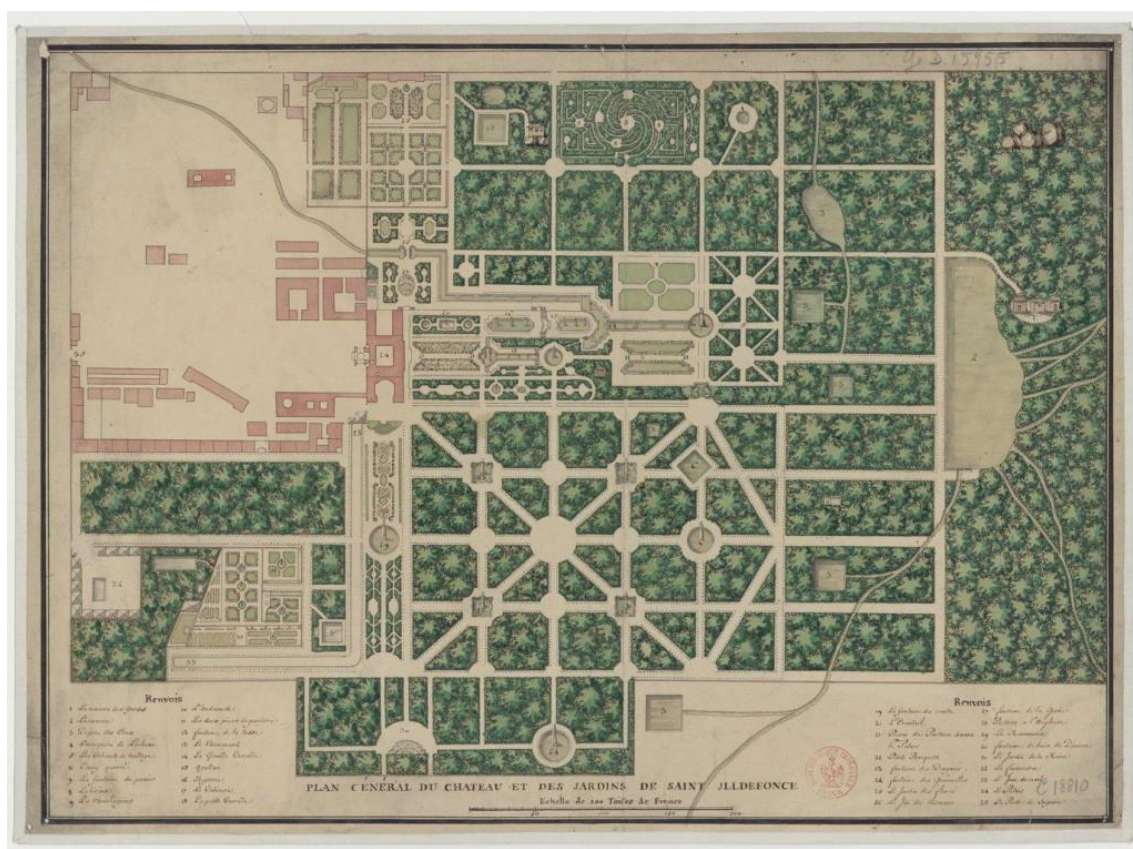
Añade Aracil:

---

<sup>460</sup> ARACIL, Alfredo: “Un poco de historia: Diseños sonoros en los jardines del Renacimiento y Barroco” Artículo escrito para el I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes. 2007. Publicado en: [http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\_sonoros/p\_sonoros01/aracil/aracil\_01.htm]. Consultado en junio de 2015.



(...) en mi opinión son (fueron) el mayor y más refinado artificio diseñado no solo para la vista, el tacto o el olfato, sino también para el oído... y en esta época formularon sus propuestas más complejas. (...) Aquí llegamos (...) a una cuestión que sería importante que nos planteemos (...) El paisaje suena —siempre ha sonado— pero somos nosotros los que tenemos que escuchar... y, escuchándolo, disfrutarlo, preservar su sonido o mejorarlo. El sentido del oído, como el de la vista, el tacto y el olfato han de ser parte del paisaje y el ambiente de un jardín, de un parque, de una calle, de una ciudad, pero somos cada uno de nosotros quienes creamos nuestra percepción de estos paisajes.<sup>461</sup>



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

**Ilust. 53:** Jardín Granja de San Ildefonso.

Musicalmente se encuentran algunos ejemplos especialmente interesantes como es el caso del aria del acto segundo, *Che puro ciel* de la ópera *Orfeo ed Euridice* Wq.30 (1762) de Christoph Willibald Gluck (1714 – 1787). En esta aria, Gluck crea una imagen idílica de los Campos Elíseos y de la impresión visual y sonora de Orfeo cuando

<sup>461</sup> *Ídem.*

entra. En la partitura está perfectamente representado el viento, el murmullo del río, los cantos de los pájaros e, incluso, el sentimiento de soledad y tristeza de Orfeo que contrasta con la felicidad de aquel sitio.

29 (Andante)

Flauto solo (p)

Oboe solo (p)

Fagotto solo

Corno solo in D/C (p)

Violino I (p)

Violino II (p)

Viola (sempre divisi) (p)

ORFEO ORPHEUS

Violoncello solo (p)

(Cembalo) pizz. (p)

Violoncello e Basso (p)

**Part. 50:** *Che puro ciel* de la ópera *Orfeo ed Euridice* Wq.30 de C. W. Gluck.

En Madrid, aparte de sus grandes parques, se encuentran algunos espacios sonoros urbanos bastante interesantes como es el caso de la obra *Nueve juncos, naturaleza mecánica* de Salvador Pérez de Arroyo (n.1945), en el cruce de las calles Guzmán el bueno, Cea Bermúdez e Islas Filipinas, completamente integrado en el núcleo urbano. Construidos en 1998, son 9 cilindros de acero de 20 metros de altura aproximadamente, que emitían sonidos afinados al pasar el viento por ellos gracias a unas campanas tubulares situadas en su interior. El sonido debía ser inaudible camuflándose entre el tráfico, e incluso, se desconectó por la noche, pero los vecinos se quejaron de que el ruido que producía era excesivo y el mecanismo se desconectó permanentemente. Lo que comen-

zó siendo un complemento musical al paisaje sonoro como algo que produciría interés y que funcionaría estéticamente como adorno sonoro y un estímulo agradable, acabó siendo una molestia, un ruido y un estorbo. En este tipo de casos es donde el sentido del oído se presenta por encima del sentido de la vista. Mirar hacia otro lado elimina el estímulo negativo enviado por la vista, pero en el caso del oído no se puede eliminar ese estímulo ya que llega en cualquier situación o posición. Tampoco se puede “cerrar” el oído como pasa con los ojos porque se perdería bastante información de nuestro entorno.



**Ilust. 54:** Nueve juncos, naturaleza mecánica.



El órgano marino de la ciudad de Zadar en Croacia es una construcción arquitectónica y un instrumento musical experimental que produce sonido relajante por medio del movimiento de las olas y una serie de tubos de polietileno, con una cavidad resonante, situados por debajo de un gran conjunto de escalones de mármol que lo convierte en un gran instrumento de viento. Fue diseñado por el arquitecto Nikola Bašić como una parte del proyecto para diseñar la nueva costa de la ciudad (Nova riva). Se abrió al público en abril del año 2005 y un año después fue galardonado con el premio ex aequo de la 4ª edición del Premio Europeo del Espacio Público Urbano.<sup>462</sup>



**Ilust. 55:** Órgano marino de Zadar (Croacia).

---

<sup>462</sup> STAMAC, I.: “Acoustical and Musical Solution to Wave – driven Sea Organ in Zadar”. *Actas del 2º Congreso asociación de Acústica de los Alpes – Adria y 1º Congreso de la Sociedad Acústica de Croacia*. 2005. pp. 203 – 206.



## 6.7. Los espacios no sonoros

Hay una preocupación sobre el entorno que nos rodea como algo fundamental en el desarrollo y conocimiento del espacio que habita el ser humano, pero, ¿qué pasa cuando se necesita cerrar los oídos?, ¿qué pasa cuando cualquier sonido es ruido y hay una necesidad de silencio? La construcción de áreas o espacios que tengan, precisamente, la característica de la ausencia de sonido o que estén preparados para ello, es un factor que, aunque a veces no se ha tenido muy en cuenta, cada vez se le da mayor importancia, sobre todo en espacios habitados por seres humanos.

### 6.7.1. Las cámaras anecoicas

Las salas o cámaras anecoicas están diseñadas para absorber cualquier tipo de reflexión eco o reverberación producida por el sonido que se genere dentro de ellas. Se utilizan para estudiar todo tipo de simulaciones acústicas. Están también aisladas de cualquier ruido externo y van forradas de una malla metálica a modo de jaula de Faraday para evitar las ondas electromagnéticas. Materialmente están formadas por una serie de cuñas de material absorbente en las paredes de la cámara dirigidas hacia el centro.

Se utilizan para simular en laboratorio situaciones de campo libre en donde la influencia de las superficies reflectoras es despreciable. El porcentaje de absorción debería ser igual o mayor al 99%. La frecuencia de corte de una cámara anecoica es la frecuencia más baja a partir de la cual la cámara tiene un comportamiento anecoico. Las frecuencias graves son las que presentan mayor problema de absorción debido a los materiales y el tamaño de la propia cámara. La efectividad de una cámara anecoica se mide en dB de rechazo que será la relación entre sonido directo y el sonido reflejado dentro de un recinto. Debe proporcionar una rechazo mayor de 80 dB entre el rango de 80 y 20.000 Hz.<sup>463</sup>

---

<sup>463</sup> *Píldoras formativas* de la Universidad Politécnica de Madrid. En: [<https://www.youtube.com/watch?v=kqFjoy5mgY8>]. Consultado en septiembre de 2016.



**Ilust. 56:** Cámara anecoica del National Metrology Institute of Japan (NMIJ).

### **6.7.2. Espacios libres de ruidos**

Espacios como bibliotecas, hospitales, museos, balnearios, iglesias, salas de espera, etcétera, no están pensadas acústicamente para el silencio, pero sí están concebidas socialmente como espacios libres de ruidos. En una sociedad muy ruidosa, surge la necesidad de tener lugares preparados para el recogimiento y la relajación donde no se permiten, en muchos de ellos, animales, niños, sonidos de móviles, conversaciones altas, etcétera. Estos espacios se hacen imprescindibles para el descanso, el estudio, la oración o la concentración.

En este tipo de espacios cualquier sonido se considera ruido por lo que se exige respeto bajo el derecho de admisión. No quiere decir que no haya ruidos, pero éstos no deberían superar los 20 dB.

## 6.8. Los sonidos de la voz

La voz se produce a través del órgano de la fonación en el que intervienen varias partes del cuerpo humano. Es el instrumento sonoro que posee el ser humano y que se utiliza exclusivamente para la comunicación de ideas a través del lenguaje, la música o sonidos (interjecciones, guturales, onomatopeyas, etcétera). En el desarrollo evolutivo, es anterior al uso de las señas ya que el niño sólo puede comunicarse a través del llanto y no mediante gestos porque no es capaz de coordinar correctamente la actividad motora durante el primer año de vida. Después, con el lenguaje se configurará toda una serie de convenciones sonoras en forma de fonemas cuya combinación dará pie a las palabras mediante las cuales se representan ideas concretas.

Los fonemas<sup>464</sup> son la articulación mínima de un sonido vocálico y consonántico, cada una de las unidades segmentales postuladas para un sistema fonológico que dé cuenta de los sonidos de una lengua. No son sonidos con entidad física, sino abstracciones mentales o abstracciones formales de los sonidos del habla. Desde un punto de vista estructural, el fonema pertenece a la lengua, mientras que el sonido pertenece al habla.

Un sonido o fono se caracteriza por una serie de rasgos fonéticos y articulatorios. El número de dichos rasgos y su identificación es tarea de la fonética. Un fono es cualquiera de las posibles realizaciones acústicas de un fonema. En la lengua castellana, los fonemas se dividen en vocálicos cuando el aire no encuentra ningún obstáculo para su emisión, o consonánticos, cuando hay un obstáculo para la emisión. Las consonantes se clasifican de acuerdo con el punto de articulación (lugar en el que convergen los órganos implicados al producir el sonido), y por el modo de articulación (cómo se modifica el flujo de aire al pasar por la cavidad bucal).

Por el punto de articulación tenemos:

- Bilabiales: se juntan los dos labios al producir el sonido. /b/
- Interdentales: la punta de la lengua se coloca entre los dientes. /θ/<sup>465</sup>
- Dentales: la lengua toca la parte trasera de los dientes superiores. /d/

---

<sup>464</sup> Según Wikipedia. En: [<https://es.wikipedia.org/wiki/Fonema>]. Consultado en diciembre de 2016.

<sup>465</sup> El fonema /θ/ representa a la consonante C cuando va delante de las vocales i y e, y representa a la consonante Z cuando va delante o detrás de cualquier vocal.

- Labiodentales: si el labio inferior toca sobre los dientes superiores. /f/
- Palatales: la lengua se eleva hacia el paladar. /j/
- Velares: la lengua se aproxima al velo del paladar. /g/
- Alveolares, la lengua se aproxima a los alveolos. /r/

Por el modo de articulación tenemos:

- Oclusivos: si se produce una oclusión en el aire y sale emitiendo una pequeña explosión. /p/
- Fricativos: si el aire fluye por un conducto estrecho, pero sin que se interrumpa su emisión. /f/
- Africados: si la emisión comienza por una pequeña explosión y luego deriva en una fase de fricción. /ts/
- Nasales, si el aire fluye a través de la cavidad nasal. /n/
- Laterales, se produce una subida de la lengua en la que el aire sale por los laterales de la boca. /l/
- Vibrantes, se produce un movimiento vibratorio, pero no se interrumpe el flujo de aire. /r/

En la lengua castellana algunas consonantes pueden variar su sonido y características dependiendo de las vocales y consonantes que le rodeen. Tal es el caso, por ejemplo, del fonema /d/ en la palabra *dado* o *dedo*. La primera /d/ es oclusiva, dental, sonora, mientras que la segunda, por su colocación dentro de la palabra, se vuelve más fricativa e interdental:

*dado, dedo*

Ocurre algo similar en las palabras que terminan en /d/, cuando se relaja la pronunciación, acercándose al fonema /θ/: *Madrid, verdad, etcétera*.

Por esa razón, para facilitar la pronunciación, se coloca siempre /m/ antes de /p/ o /b/, ya que las dos consonantes son bilabiales. La /m/ sustituye generalmente a la /n/: *Imperdible, impredecible, importante, imborrable, imbatible, etcétera*.

La mayoría de las consonantes, en cualquier lengua, se caracterizan por un ruido distintivo, incluso las vocales no están completamente libres de ruido. Muchos de estos

sonidos también han sido aprovechados artísticamente para recrear sonidos de todo tipo mediante onomatopeyas<sup>466</sup> o en las figuras estilísticas literarias como las aliteraciones.<sup>467</sup>

En cuanto a las letras y su espectro de frecuencias, según Manuel Recuero:<sup>468</sup>

*(...) se tiene que la letra "s" es la que mayores componentes de alta frecuencia tiene, por ejemplo, si se suprimen las frecuencias superiores a 6.000 Hz, la letra no se entiende, lo mismo sucede con la "j" si se suprimen frecuencias por encima de 4.600 Hz. Al llegar a los 2.000 Hz, la mayoría de las consonantes apenas se entienden, la "r" es la que mejor se comprende aun suprimiendo frecuencias por encima de 1.500 Hz. Por debajo de los 500 Hz todas las vocales se confunden con la "u". Por tanto, la letra "s" es la de frecuencia más elevada y la "u" la de frecuencia más baja. Por consiguiente, si se desea reproducir fielmente la voz deberán reproducirse las frecuencias de 60 a 10.000 Hz, siendo esenciales de 200 a 6.000 Hz.*<sup>469</sup>

Por lo tanto, las consonantes tienen un espectro de frecuencias más alto que las vocales.

Muchas escuelas de canto basan el uso de la voz cantada en la colocación sobre determinadas vocales para conseguir un efecto mejor en la emisión de la voz. A finales del siglo XIX, Giovanni Battista Lamperti (1839 – 1910) en Milán, basó su técnica de canto<sup>470</sup> en la colocación de la vocal /i/ percibiendo que producía un sonido más timbrado favoreciendo que se produzcan con mayor facilidad de los armónicos superiores, haciendo que los resonadores paranasales y frontales (situados en los huesos esfenoides y etmoides) entrasen en vibración como una caja de resonancia en lo que se llamaría la colocación *in maschera*.<sup>471</sup> Este tipo de colocación favorecía que el sonido se proyecta-

---

<sup>466</sup> Es la imitación lingüística o representación de un sonido natural o de otro acto acústico no discursivo. Según la R.A.E., es la imitación o recreación del sonido de algo en el vocablo que se forma para significarlo o vocablo que imita o recrea el sonido de la cosa o la acción nombrada. En: [https://es.wikipedia.org/wiki/Onomatopeya]. Consultado en diciembre de 2016.

<sup>467</sup> Es una figura retórica que se caracteriza por la repetición reiterada de fonemas o consonantes en las sílabas acentuadas de las palabras.

<sup>468</sup> En: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208038/ContLin/la\_voz.html]. Consultada en noviembre de 2016.

<sup>469</sup> RECUERO LÓPEZ, Manuel: *Ingeniería Acústica*. Madrid. Ediciones Paraninfo S.A. 1999.

<sup>470</sup> LAMPERTI G. B.: *The technics of Bel canto (1905)*. Edición de Gregory Blankenbehler. Luxembourg. Createspace Amazon Company. 2012.

<sup>471</sup> Con esta técnica estudió Alfredo Kraus y así lo explica él mismo. En: [https://www.youtube.com/watch?v=fXpkGrIGJvo]. Consultado en enero de 2017.

se mejor por lo que dedujo que todas las vocales al cantar debían colocarse en la posición de la vocal /i/.

La técnica de canto de Manuel García<sup>472</sup> se basa en una posición baja y relajada de la laringe con elevación del velo del paladar para atacar los resonadores paranasales y frontales. Diferencia entre el timbre claro basado en las vocales /a/ y, /o/ y /e/ largas. Y el timbre oscuro con las vocales /o/, /e/ y /u/. El volumen del sonido, cualquiera que sea su grado, exige siempre una gran capacidad de la faringe y la posición baja de la laringe, esto es, las condiciones en las que se produce el timbre oscuro. El timbre claro se utiliza principalmente para el registro grave cambiando paulatinamente a timbre oscuro para alcanzar las notas de la octava superior mediante el *passaggio* de la voz que se produce en las notas de unión del registro de pecho y el de cabeza. Este cambio ayuda a mantener el color de la voz pudiendo subir sin grandes esfuerzos. El tenor lírico – ligero Rockwell Blake, gran defensor de la técnica de García, habla de la producción de este sonido oscuro para producir la voz mixta (pecho – cabeza) que ayude a subir y aboga, en favor de la expresividad, por el uso del falsete<sup>473</sup> como parte del timbre de la voz para producir el *pianissimo* en la emisión de agudos aún a costa de perder brillo en el sonido:

*Decir a un estudiante que se mantenga lejos del falsete es apartarle de alrededor de la mitad de los efectos vocales posibles que un artista debe imprimir en su interpretación.*<sup>474</sup>

La idea de cualquier técnica de canto es mantener una unidad de registro con relajación y potencia a través de posiciones altas de la voz. En palabras del contratenor Andreas Scholl,<sup>475</sup> *máximo sonido con mínimo esfuerzo*. Hoy en día la letra /i/ junto con los fonemas nasales se utilizan como calentamiento para llevar la resonancia a un punto más elevado y aprender a conocer y utilizar los resonadores craneales anteriormente descritos para dar brillantez y proyección a la voz a través del resonador nasofaríngeo.

---

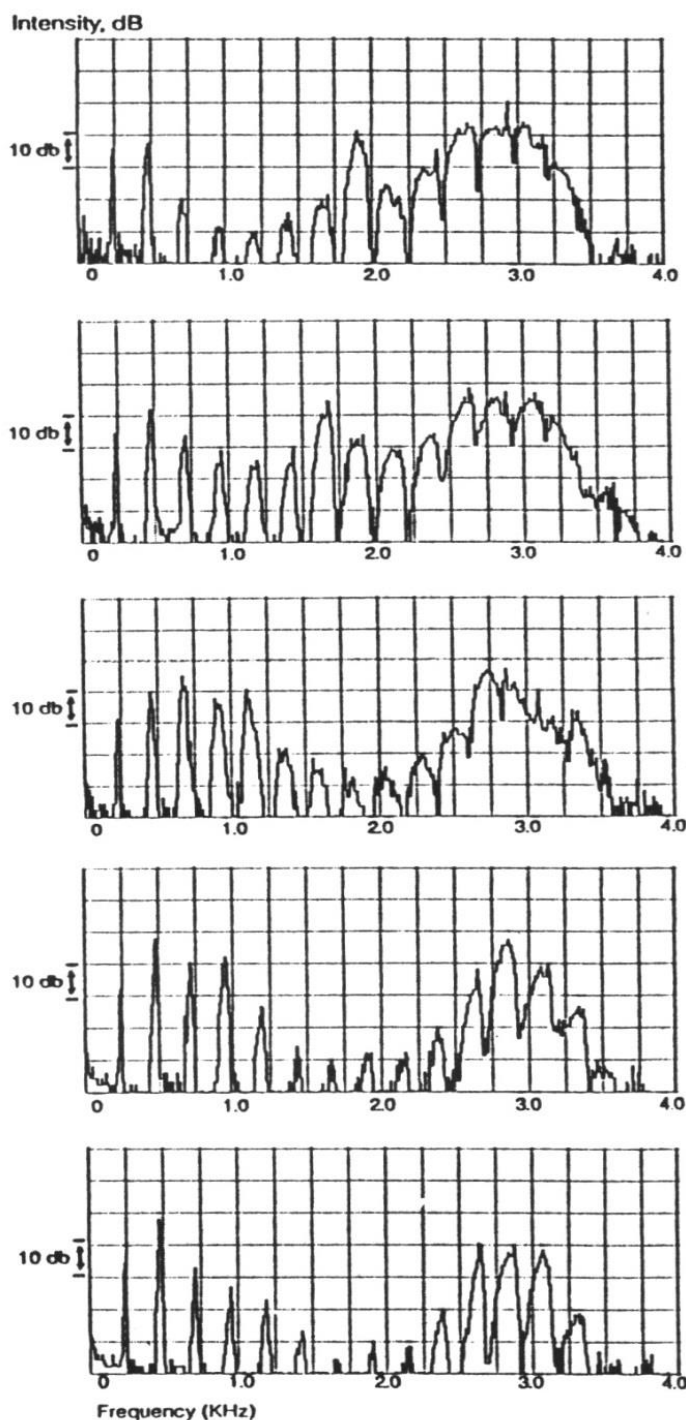
<sup>472</sup> GARCÍA, Manuel Patricio Rodríguez: *Tratado completo del arte del canto*. Manuel García. Mungia (Vizcaya). Reichenberger. 2012.

<sup>473</sup> Se entiende que con una colocación más baja que permita que el timbre se asemeje al sonido de tenor y no en una posición de cabeza completamente alta como es el caso del contratenor.

<sup>474</sup> En: [<http://rockwellblake.com>]. Consultado en diciembre de 2016.

<sup>475</sup> Profesor de la Schola Cantorum Basiliensis. Alumno de René Jacobs. Entrevista realizada en: [<https://www.youtube.com/watch?v=tGtLhuqy4Y>]. Consultada en septiembre de 2016.

En la imagen siguiente se puede observar el espectro de frecuencias de las vocales en la interpretación del *Vesti la giubba* por Jussi Bjoerling, donde también se puede apreciar que la /i/ y la /e/ tienen claramente más cantidad de armónicos a partir de los 1.500 Hz, siendo la /u/ la de menos resonancia aguda, como se vio antes.



**Ilust. 57:** Frecuencias de las vocales en J. Bjoerling (Miller).

### **6.8.1. El beatboxing**

Es la habilidad de imitar ritmos, sonidos y percusión con la voz, boca, labios y lengua. Este estilo surgió en los barrios pobres de Nueva York alrededor del año 1980 como alternativa al uso de los radiocasetes que eran caros y pesados. El *Beat Box*, o caja de ritmos, permite crear una base rítmica sobre la que construir las frases de rap en cualquier momento y lugar.

Los sonidos que se generan en la boca con el beatboxing proceden de la mezcla y variación de los anteriores fonemas que se han visto utilizándolos para crear una imitación de una batería.



## 6.9. Primeras corrientes musicales que introducen el ruido

El siglo XX supone un desarrollo importante en la forma de concebir el sonido y el ruido, en cualquiera de sus formas, y de cómo el hombre establece una relación con el medio que le rodea. Los límites entre música y ruido se disuelven dejando paso al sonido en sí que será estudiado no sólo como un objeto de estudio de la acústica sino como un elemento con valor propio y con diversas funciones comunicativas e informativas. Este desarrollo supondrá un gran cambio en la estética donde todos los antiguos valores y reglas artísticas se vuelven ahora relativos o, directamente, desaparecen.

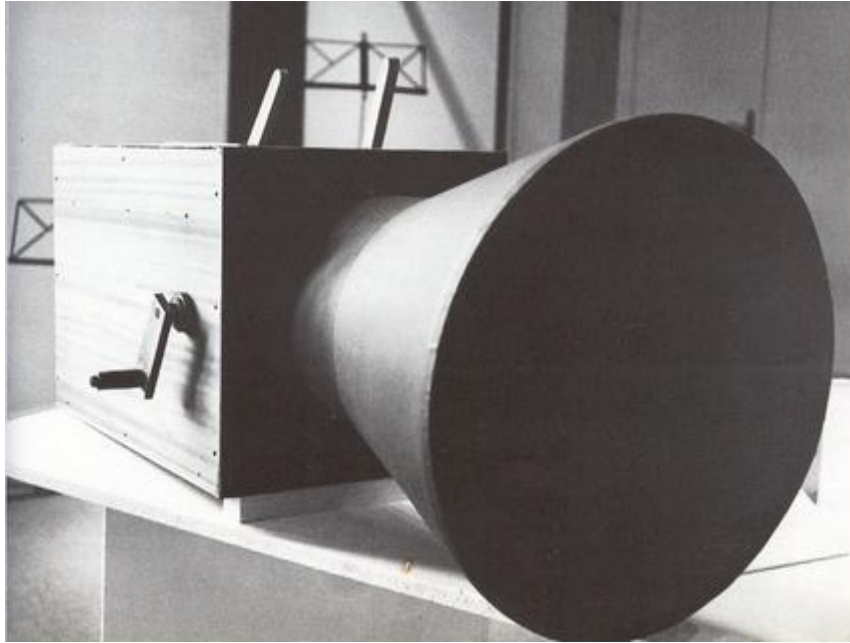
### 6.9.1. Del futurismo de 1913 al espectralismo de los años 70

Creado por el escritor Filippo Tomasso Marinetti (1876 – 1944), al publicar en el periódico de París *Le Figaro* el 20 de febrero de 1909 un manifiesto futurista. En él se glorificaba la guerra, la violencia, el poder, la era de las máquinas, la velocidad y el dinamismo. Profundamente hostil a las corrientes musicales tradicionales y a toda manifestación artística anterior: “*El arte no tiene nada que ver con la belleza.*”<sup>476</sup>

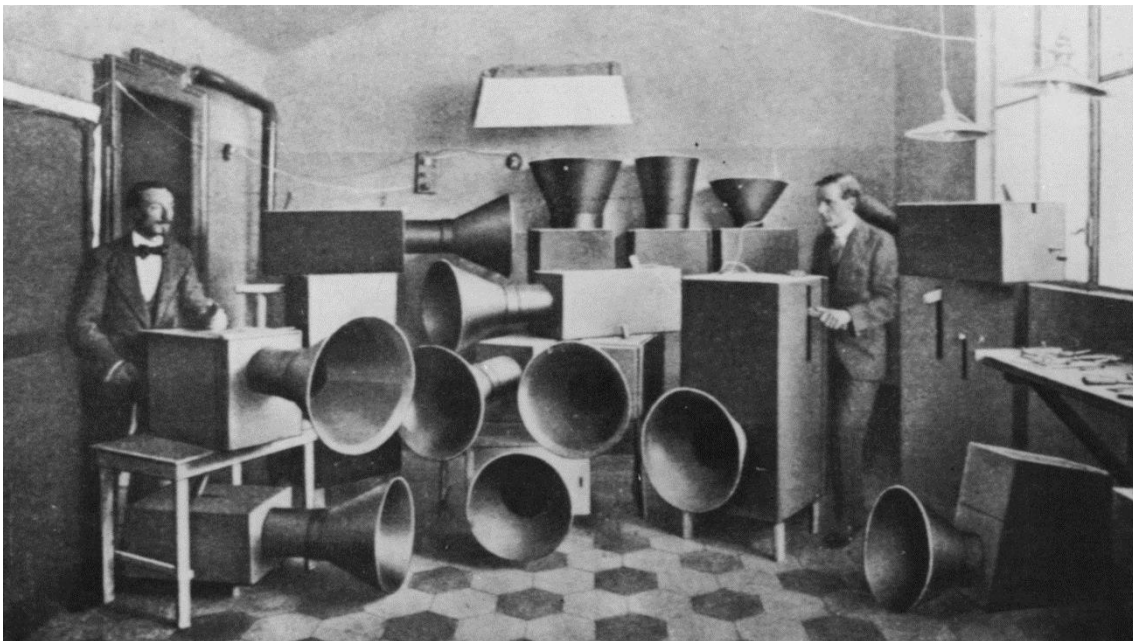
Luigi Russolo (1885 – 1947) aplicó las ideas futuristas a la música creando una serie de instrumentos (*Intonarumori*) tales como aulladores, zumbadores, silbadores, etcétera, formados por cajas que, mediante un artificio mecánico, producían sonidos imitando ruidos no musicales de la vida diaria que después eran amplificados por grandes bocinas. Distinguía seis familias de ruidos en la orquesta futurista: Estruendos, Silbidos, Murmullos, Chirridos, Ruidos de percusión y Voces humanas y animales. En 1913 dirigió en Milán una orquesta formada por estos *Intonarumori*. La respuesta del público fue muy violenta.

---

<sup>476</sup> Manifiesto Futurista de 1913. En: [<http://www.futur-ism.it/>]. Consultado en junio de 2016.



**Ilust. 58:** Intonarumori.



**Ilust. 59:** Taller de L. Russolo.

En 1916 publicó un libro titulado *El arte de los ruidos*, sobre las ideas elaboradas a partir del manifiesto de 1913. Otro compositor futurista, Francesco Balilla Pratella, (1880 – 1955) escribió en 1911 su Manifiesto de la *Música Futurista*. La propuesta de Russolo es muy innovadora e importante porque es la primera corriente

que da un valor estético a los ruidos convirtiendo la ciudad en un escenario para su escucha.



**Ilust. 60:** Portada de Música Futurista de B. Pratella.

La música Futurista pretendía mostrar que otra forma de oír era posible a través de la escucha atenta, abriendo los oídos al mundo que nos rodea lleno de ruidos ilimitados en timbres. Para Russolo el sonido del ruido era mucho más rico en armónicos que el sonido musical habitual. Buscar la libertad auditiva, que no estuviera ligada a la visión y sin prejuicios, puesto que cualquier sonido es válido e interesante.

Marinetti, en el *Manifiesto técnico de la literatura futurista* (1912) dice:

*Nosotros utilizaremos, por el contrario, todos los sonidos brutales, todos los gritos expresivos de la vida violenta que nos rodea.*

Para el año 1918 el movimiento futurista había desaparecido prácticamente, pero sus ideas siguieron inspirando a posteriores corrientes del siglo XX y a músicos de vanguardia como Ígor Stravinsky. Tuvo muchos partidarios y defensores que proyectaban su visión de un nuevo hombre y un nuevo arte rechazando el pasado. La novedad allanó el camino para la entrada de sonidos extraños y ruido en la música y serviría, años después, como punto de partida para corrientes como la *música concreta* de Pierre Schaeffer y la *música electroacústica*. También tuvo detractores, Schoenberg no estuvo ajeno a estas corrientes y, en una carta dirigida al pintor Wassily Kandinsky en 1922, dice:

*No tengo demasiada simpatía por todos esos movimientos, pero tampoco preocupación de que lleguen a importunarme mucho tiempo. Nada cae más deprisa en la paralización que estos movimientos que son promovidos por tantos. Por otra parte, todas estas gentes meramente venden nuestra piel (...) en el mercado. Lo encuentro abominable, al menos en la Música: ¡estos atonalistas! Sí, al diablo: yo he compuesto sin preguntar por ningún 'ismo'. ¿Qué tendría que hacer yo con eso?*<sup>477</sup>

El dadaísmo<sup>478</sup> surgió en 1916 creado por Hugo Ball (1875 – 1927) y Tristan Tzara (1896 – 1963) en Zúrich (Suiza). El dadaísmo se opone al concepto de razón y se revela contra las manifestaciones artísticas literarias creando una especie de antiarte, antiliterario y antipoético, provocando directamente al orden establecido cuestionando la existencia del propio arte. Se forma con la unión de una serie de palabras, sílabas letras y sonidos sin ninguna lógica. Tzara propone una serie de consejos para hacer un poema dadaísta con los que se puede entender qué es la estética dadaísta:

*Coja un periódico.*

*Coja unas tijeras.*

*Escoja en el periódico un artículo de la longitud que cuenta darle a su poema.*

*Recorte el artículo.*

---

<sup>477</sup> SCHOENBERG, Arnold: *Cartas*. Madrid. Turner. 1987.

<sup>478</sup> Más información en: [<http://www.dada-companion.com/>]. Consultado en junio de 2016.

*El poema se parecerá a usted. Y es usted un escritor infinitamente original y de una sensibilidad hechizante, aunque incomprendido del vulgo.*<sup>479</sup>



**Ilust. 61:** Cartel dadaísta.

<sup>479</sup> Siete manifiestos dadá, *Dadá manifiesto sobre el amor débil y el amor amargo*, VIII (1924). En: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dada%C3%ADsmo]. Consultado en diciembre de 2016.

En los años 20 surgió un interés por componer lo que se llamó *música maquinista* que consistía en la representación musical de sonidos de fábricas, locomotoras, barcos de vapor, y todo tipo de máquinas que hacen un sonido peculiar son válidos para representar con la música. La tecnología refleja la vida moderna y urbana y esta se plasma en la partitura con una armonía muy disonante. Las obras de este estilo incluyen ritmos motores insistentes, mecánicos y repetitivos producidos por las baterías de percusión que hizo que proliferaran bastante los grandes grupos de percusión en corrientes posteriores.

El francés Eric Satie (1866 – 1925) fue integrante del denominado "Grupo de Los Seis", formado en París entre otros por Darius Milhaud (1892 – 1974) y Francis Poulenc (1899 – 1963). Satie fue uno de los primeros compositores que introdujo el ruido de forma explícita en su ballet *Parade* (1917). En ella utiliza el sonido de las palancas del teclado de una máquina de escribir o la sirena de un barco. Estos sonidos están directamente relacionados con lo que se está representando dentro del ballet, por lo que aparecen reflejados en la partitura como un instrumento más.

Óscar – Arthur Honegger (1892 – 1955), de origen suizo, también fue integrante en un principio del Grupo de Los Seis. Este movimiento tenía por objeto reaccionar en contra del impresionismo, wagnerianismo y surrealismo, por lo que fue rápidamente expulsado por la proximidad de su música con la de Stravinsky. Su obra más popular es el Movimiento sinfónico nº1 o *Pacific 231* (1923) en alusión a la locomotora de que la Honegger era gran admirador. En un principio, la idea de Honegger no era imitar los ruidos que la máquina producía si no, más bien, expresar las sensaciones que el movimiento de ésta producía, así como la sensación de velocidad. Lo cierto es que en esta obra se mezclan toda una serie de elementos y sonidos que acercan de una manera muy fidedigna la sensación de ir dentro de una locomotora en movimiento.

Otros ejemplos de esta corriente se pueden ver en obras como el *Ballet mécanique* (1923 – 25) de George Antheil (1900 – 1959), el ballet *Le pas d'acier* (1925 – 26) de Sergei Prokófiev (1891 – 1953), *Iron Foundry* (1926 – 27) de Alexander Mosólov (1900 – 1973) que se vieron en el ejemplo anterior, y el ballet *Caballo de vapor* (1926 – 32) de Carlos Chávez (1899 – 1978).

*Ionisation* de Edgard Varèse (1883 – 1965), compuesto entre 1929 y 1931 para trece percussionistas y sirenas, es la obra culmen de esta práctica en la que se puede ver

la influencia *futurista*. Se puede añadir la utilización de instrumentos de forma no tradicional con efectos que producen ruidos así como los nuevos instrumentos de percusión y electrónicos. En una entrevista en el año 1915 para un periódico de Nueva York, Varèse expresa que el alfabeto musical debe ser enriquecido:

*Me opongo a someterme a la exclusiva utilización de sonidos que ya han sido escuchados con anterioridad. Lo que estoy buscando son nuevos medios técnicos que puedan adaptarse a cualquier expresión del pensamiento y puedan, a su vez, mantener ese pensamiento.*<sup>480</sup>

Aquí se puede analizar ver la disposición instrumental.

## IONISATION

### Nomenclature of instruments

1. Crash Cymbal – Bass Drum – (very deep) <sup>a)</sup> from 7 to 9 Cencerro (muffled) <sup>k)</sup>
2. Gong – Tam-tam (high) Tam-tam (low) <sup>b)</sup> from 7 to 9 Cencerro (muffled)
3. 2 Bongos <sup>c)</sup> – Side-Drum <sup>d)</sup> – 2 Bass Drums (medium size and large) laid flat
4. Tambour Militaire – Side-Drum
5. Siren (high) <sup>f)</sup> – String-drum <sup>e)</sup>
6. Siren (low) <sup>f)</sup> – Slapstick – Güiro <sup>g)</sup>
7. Chinese blocks (high, middle register, and low) – Claves <sup>h)</sup> – Triangle
8. Snare-drum (with snares relaxed) – Maracas <sup>i)</sup> (high and low)
9. Tarole <sup>j)</sup> – Snare-drum Suspended cymbal
10. Cymbals – Sleigh bells, and later Tubular Chimes
11. Güiro – Castagnettes, and later Glockenspiel a clavier (with resonators)
12. Tambourine Anvils (high and low), and later Grand Tam-tam (very deep)
13. Slapstick – Triangle – Sleigh-bells, and later Piano

**Ilust. 62:** Disposición instrumental de *Ionisation* de E. Varèse.

Nace todo tipo de efectos nuevos para conseguir sonoridades nuevas, no basta con la imitación sino que se abre un gran abanico a sonidos nuevos creados al dar otro uso a los instrumentos tradicionales o electrónicamente. Russolo dice:

*Al principio, el arte de la música buscó pureza, limpidez y dulzura de sonido. Entonces, diferentes sonidos fueron amalgamados, sin embargo, se tuvo cuidado en acariciar al oído con armonías gentiles. La música actual, al volverse continuamente*

<sup>480</sup> MORGAN, Robert P.: *La música del siglo XX*. Madrid. Akal. 1994.



*más complicada, se esfuerza en amalgamar los más disonantes, extraños y ásperos sonidos. De esta manera, nos encontramos más cerca que nunca del ruido – sonido.*<sup>481</sup>

Como se dijo, la principal diferencia entre las nuevas corrientes y las anteriores descritas, es la introducción del ruido de forma explícita en la música y su utilización como elemento sonoro con identidad propia y materia prima que forma parte del conjunto total de la obra, su evolución y su progresiva aceptación, y no en la descripción metafórica de éstos en una obra musical.

Comenzaba de esta forma la marcha progresiva hacia la experimentación llevada a sus más altos límites y que culminaría con la complejidad de la música concreta (o acusmática) y la música electroacústica. La música concreta tuvo su origen en los estudios de la radiodifusión francesa el 5 de octubre de 1948<sup>482</sup> de la mano de Pierre Henri Marie Schaeffer (1910 – 1995) con el fin de tratar el sonido de manera separada, manipulándolo, cortándolo, pegándolo, superponiéndolo y finalmente combinando los sonidos resultantes de estas operaciones de alteración en una estructura compleja y definitiva como una partitura auditiva. Crea el concepto de *objeto sonoro* con el que replantea los conceptos de música, sonido, y ruido. Incorpora al mundo musical cualquier tipo de sonido y ruido del medio ampliando el concepto de *objeto musical*. Sitúa al objeto sonoro como unidad elemental de un lenguaje multidisciplinar del sonido, lo que será de gran utilidad para la composición musical a través de la reformulación del hecho sonoro desde un punto de vista teórico (interacción entre el hecho físico y el hecho perceptivo).<sup>483</sup> En 1951 se suma al proyecto Pierre Henry (n.1927) para crear el *Groupe de Recherches Musicales*. Los objetivos de esta escuela consisten en manipular el sonido mediante un proceso de abstracción donde se eliminan las conexiones culturales y psicológicas del contexto real del sonido.

De la música concreta dice Pierre Schaeffer:

---

<sup>481</sup> RUSSOLO, Luigi: *The Art of Noises*. Ubuclassics, Michael Tencer. 2004. Original "L'arte dei Rumori" de 1913. En: [www.ubu.com].

<sup>482</sup> CHION, Michel: *op. cit.*

<sup>483</sup> CARLES, José Luis: "El paisaje sonoro, una herramienta interdisciplinar: análisis, creación y pedagogía con el sonido." Artículo escrito para el *I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes*. 2007. Publicado en: [http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\_sonoros/p\_sonoros01/carles/carles\_01.htm]. Consultado en junio de 2015.



*(...) la música concreta tenía la misma pretensión que la música electrónica, que creía poder realizar la síntesis de cualquier sonido preexistente, con la sola diferencia de que ésta pasaba previamente por una fase de análisis (...) la reflexión de ambas música giraba alrededor de un error común: la fe que se tenía en el triángulo y en la descomposición del sonido, para unos en series de Fourier, y para otros en 'ladrillos de sensación'. (...) La música viva estaba en otra parte y sólo sería para aquellos que sabían evadirse de estos modelos simplistas.*<sup>484</sup>

Sobre la nueva forma de utilizar los instrumentos para producir nuevos timbres y sonidos, añade:

*(...) los instrumentos de los cuales disponemos nos permiten el acceso a una infinidad de sonidos nuevos que no son ni sonidos musicales en el sentido clásico, ni ruidos; es decir, que no recuerdan ni el fenómeno musical puro ni el fenómeno dramático, sino que se presentan como seres sonoros indiscutibles colmando todo el espacio –todo el abismo, por así decirlo– que media entre lo explícito musical y lo explícito dramático.*<sup>485</sup>

Cabe destacar las obras *Etude aux chemins de Fer* (1949) basada en ruidos de trenes o la *Symphonie pour un homme seul* (1949 – 50), realizada sobre sonidos de la voz por Schaeffer y su alumno Pierre Henry.

Según Joaquín Homs:

*(...) el ejercicio de la música concreta y la electrónica, que han significado la entrada de la música en los dominios de la acústica permitiendo la penetración en las propias entrañas del sonido, han conducido a relegar el valor de la melodía, el intervalo y el acorde a un plano relativamente secundario en la composición musical, elevando, en cambio, a un rango primordial una serie de factores sonoros poco menos que inexplorados antes.*<sup>486</sup>

En definitiva, el desarrollo de esta nueva música ha conducido a la indeterminación y a la pérdida del predominio melódico en la música en favor de otros recursos sonoros que intervienen en la composición musical.

---

<sup>484</sup> SCHAEFFER, Pierre: *Tratado de los objetos musicales*. Madrid. Alianza Música. 1988.

<sup>485</sup> SCHAEFFER, Pierre: *¿Qué es la música concreta?*. Buenos Aires. Nueva visión. 1959. p.27.

<sup>486</sup> Prólogo escrito por el compositor Joaquín Homs para el libro *Tonalidad, atonalidad y pantonalidad* de Rudolph Reti.

El surgimiento de la nueva tecnología musical después de la II Guerra Mundial, facilitó el desarrollo de la música concreta. El acceso a fonógrafos, micrófonos, altavoces y grabadores de cinta magnética estableció un nuevo punto de partida para la experimentación que ofrecía un *collage* de sonidos nuevos. Schaeffer dice:

(...) la música concreta no dispone de nada para analizar y reestructurar los sonidos, salvo el montaje.<sup>487</sup>

El espectralismo nació en Francia en la década de los setenta en el laboratorio del IRCAM<sup>488</sup> que dirigía Pierre Boulez destinada al análisis del sonido de forma científica y musical. Gira en torno a los compositores del grupo *Ensemble l'itinéraire* como son Gérard Grisey (1946 – 1998), Tristan Murail (n.1947) y Hughes Dufourt (n.1943). La música espectral se fundamenta, básicamente, en el descubrimiento de la naturaleza del timbre musical y en la descomposición espectral del sonido, en el origen de la percepción del timbre. Nace en paralelo a otros muchos movimientos estéticos que intentan volver al fenómeno sonoro matizando el serialismo integral construyendo una nueva gramática.

Los sonidos son descompuestos en frecuencias para ser luego recreados como sonidos nuevos. El análisis del espectro sonoro y del análisis armónico es la base de este estilo.<sup>489</sup> El espectralismo se encarga de analizar el espectro musical para que el compositor pueda trabajar con todos los sonidos físicos posibles y disponiendo de ellos para creando su propia su propia armonía sin la limitación de los 12 semitonos.

Esta libertad de expresión se aplica a otras características de la música. Los intervalos musicales que definen los conceptos de consonancia y disonancia se asocian a la influencia cultural por lo que se consideran un medio que limita las posibilidades creativas. La línea que separa los sonidos musicales de los ruidos definitivamente se disuelve dando paso a un gran espectro sonoro donde cualquier sonido tratado adecuadamente, puede aportar recursos expresivos sin márgenes físicos ni sociales.<sup>490</sup>

---

<sup>487</sup> SCHAEFFER, Pierre: *Tratado de los objetos musicales*. Madrid. Alianza Música. 1988. pp.43 – 44.

<sup>488</sup> Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique.

<sup>489</sup> El espectro sonoro es la serie de sonidos, generalmente más agudos, que acompañan a una nota fundamental por resonancia natural, y que dan color y timbre al instrumento que vibra al emitir esa nota.

<sup>490</sup> LEVY, Fabien: “Le tournant des années 70: de la perception induite par la structure aux processus déduits de la perception”, En: *Le temps de l'écoute: Gérard Grisey ou la beauté des ombres sonores*, L'Harmattan/L'itinéraire. Paris. 2004.

La música de Giacinto Maria Scelsi (1905 – 1988), fue una importante inspiración para la música espectral. Largos desarrollos, continuamente cambiantes en timbre y otros parámetros. Obras espectrales como *Metastasis* (1954) de Iannis Xenakis (1922 – 2001), *Atmosphères* (1961) de György Ligeti (1923 – 2006), *Stimmung* (1968) de Karlheinz Stockhausen (1928 – 2007), *Mutations* (1969) de Jean – Claude Risset (1938 – 2016) o *Stria* (1978) de John M. Chowning (n.1934) han influido en el movimiento, por su ambivalencia armonía – timbre.

Todas estas corrientes utilizaron y utilizan de forma explícita el ruido como arte sonoro y han desembocado en las corrientes actuales del final del siglo XX, en las que la experimentación continua es la base del arte actual. Hoy en día el ruido se ha filtrado a todas las culturas sonora y ha trascendiendo a la sociedad y a todas las manifestaciones sonoras. Joanna Demers llama a estas tendencias actuales música de ruido (noise music) y lo define como:

*Una variante de la electrónica reciente con distorsión y volúmenes altos. Los precedentes incluyen la Música Futurista italiana, que utilizó los intonarumori (literalmente entonadores de ruido), y los experimentalistas americanos como Henry Cowell y John Cage, que utilizaron técnicas alternativas para producir los sonidos de instrumentos convencionales tales como el piano. La música de ruido como tal surgió con grupos industriales como Cabaret Voltaire y Throbbing Gristle a principios de 1980, bandas que usaban sonidos electrónicos angustiosos junto con imágenes de temor, violencia y miedo. Varios músicos japoneses, conocidos como Merzbow, utilizan el ruido a volúmenes ensordecedores.*<sup>491</sup>

Si ya está hecho, no vale. Todo debe ser nuevo; son las premisas de un arte que ha hecho del proceso compositivo o del propio desarrollo, su tratado y su obra de arte, basada en el rechazo a lo estático.

---

<sup>491</sup> DEMERS, Joanna: *Listening through the noise. The aesthetics of experimental electronic music*. New York. Oxford University Press, Inc. 2010. Glosario de terminos.

## 6.10. El paisaje sonoro como proceso compositivo

Se llama espacio sonoro al lugar donde se mezclan e interactúan en un contexto espacial todo tipo de sonidos, música, lenguaje y ruido. Antes se ha visto el proceso de industrialización que ha ido cambiando el paisaje sonoro de nuestro entorno y cómo ese proceso se manifiesta en continuo cambio, con los sonidos de la naturaleza unidos a los sonidos creados por el hombre, los nuevos que aparecen y los antiguos que desaparecen. También se ha visto cómo el hombre diseña espacios para el recogimiento y la relajación como son los jardines apartados del ruido de la ciudad creando una diferenciación de escenarios entre la practicidad de la ciudad y el relax visto desde la perspectiva del ocio. Después de analizar los cambios que se están produciendo en la música en el siglo XX, se puede apreciar también que algo está cambiando en la forma de escuchar y sentir lo que nos rodea. Es la escucha consciente del entorno, de los sonidos que lo configuran y de cómo estos sonidos van adquiriendo entidad propia, afectan la sensibilidad del ser humano y configuran imágenes y recuerdos en forma de símbolos sonoros. El concepto de paisaje sonoro aparece a mediados de los años 70 de la mano de Raymond Murray Schafer (n.1933) que concibe la representación sonora como una composición musical que se puede aplicar también al análisis musical y al campo ecológico y pedagógico. Es algo más que el medio ambiente sonoro, ya que involucra todo aquello que puede percibirse como una unidad estética.<sup>492</sup>

En palabras del Dr. José Luis Carles:

*Cada paisaje sonoro tiene su propia firma, su propia composición. Cada calle, barrio, ciudad, bosque, etc., tiene su propia sonoridad que cambia a cada instante. Un sonido puede traernos un flujo de imágenes a la mente despertando una memoria multisensorial dentro de esta. La aproximación al mundo sonoro en nuestra cultura se ha realizado desde enfoques sectoriales centrándose en contextos concretos generalmente aislados unos de otros: el estudio del ruido, de la palabra, de la música o de la acústica de salas viene siendo tarea de especialistas que aíslan su campo de trabajo de otras realidades más amplias que afectan al fenómeno sonoro.<sup>493</sup> (...) En una cultura determinada por el predominio de lo visual, apenas prestamos atención a las experiencias*

---

<sup>492</sup> SCHAFFER, R. Murray: *The tuning of the World*. New York. Alfred A. Knopf. 1977.

<sup>493</sup> AUGOYARD, Jean François; TORGUE, Henry: *Sonic Experience. A Guide to Everyday Sounds*. Montreal. McGill – Queen's University Press. 2006.

*sonoras; cuanto más familiar es un paisaje, más parece que lo pasamos por alto. Se necesita recuperar y reivindicar la importancia de lo sonoro en la vida cotidiana como elemento de comunicación sensorial y de transmisión de emociones.*<sup>494</sup>

Según Schafer,

*(...) los sonidos del ambiente tienen sentidos referenciales, no siendo simples rasgos acústicos abstractos, debiendo profundizarse en el estudio del significado y simbolismo atribuido a los mismos.*<sup>495</sup>

También muestra cómo determinados sonidos tienen un valor simbólico universal utilizando la terminología de Carl Gustav Jung que los denomina *sonidos arquetípicos*.<sup>496</sup>

Gracias a las grabaciones se puede ver el valor real del paisaje sonoro al eliminar por completo la imagen visual. Gran parte de la información que reciben los sentidos, se polariza a través de los ojos y las imágenes dominan la forma en la que se procesa la información que llega del entorno. Incluso un olor o un sonido evoca una imagen o un recuerdo y viceversa porque se habla de un conjunto sensorial, un todo. Cuando se elimina el componente visual de la parte sensorial, se abre un abanico de estímulos sonoros de los que antes no se era consciente, pero que representan una parte clave para conocer el entorno a través de la audición.<sup>497</sup>

Con referencia a los sonidos de la ciudad, dice Barry Truax:

*(...) estos paisajes sonoros reflejan una vida social y cultural construida a lo largo de los siglos. Más importante aún, invitan a la participación y fomentan un sentido de comunidad. En cierto sentido representan una ecología acústica tan natural y funcional como cualquiera presente en la naturaleza. Percibimos la interacción de muchos sonidos muy variados —«especies» de sonidos si se quiere—, sin que ninguna*

---

<sup>494</sup> CARLES, José Luis: "El paisaje sonoro, una herramienta interdisciplinar: análisis, creación y pedagogía con el sonido." Artículo escrito para el *I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes*. 2007. Publicado en: [http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\_sonoros/p\_sonoros01/carles/carles\_01.htm]. Consultado en junio de 2015.

<sup>495</sup> SCHAFER, R. Murray: *The tuning of the World*. New York. Alfred A. Knopf. 1977.

<sup>496</sup> JUNG, Carl G.: *El hombre y sus símbolos*. Barcelona. Paidós Ibérica. 1995.

<sup>497</sup> Ver cap.8. LA PERCEPCIÓN. p.387.

*fuerza potente llegue a dominar a las demás, y es esta singular mezcla de sonidos la que dota de carácter a la ciudad.*<sup>498</sup>

Después de ver las corrientes que introducen directamente el ruido manifestándolo como un arte sonoro, surge la misma pregunta que se plantea Paul Hegarty:

*¿En qué punto pierde el ruido su ruidosidad y se convierte en sentido, música, significación? O ¿existe incluso un punto en el que el ruido puede subsistir?*<sup>499</sup>

---

<sup>498</sup> TRUAX, Barry: *Handbook for Acoustic Ecology*. Second Edition. Cambridge. Cambridge Street Publishing. 1999. Introducción.

<sup>499</sup> HEGARTY, Paul: 2001. "Full with Noise: Theory and Japanese Noise Music". *Ctheory.net*. En: [<http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=314>]. Publicado el 8 de noviembre de 2001. Consultado en enero de 2017.



## **7. RESULTADOS DEL TEST DE PERCEPCIÓN**





Como se dijo en el apartado de la metodología, la idea del test es proponer una serie de preguntas objetivas y una serie de preguntas subjetivas para observar cómo las ideas que se desprenden de las preguntas y la propia evolución temporal del test afectan a las respuestas, así como el estado de ánimo que producen. Dado que el grupo de personas no es numeroso y que habría que establecer, con estas bases, varios grupos más numerosos (separados por edades y conocimientos, más un grupo de control), se han extraído una serie de conclusiones basadas en las respuestas que parecen más relevantes, además de unas tablas basadas en las respuestas.

Las preguntas se estructuraron en varios bloques:<sup>500</sup>

- La Percepción del sonido: 1 – 5.
- Descripción del sonido: 6 – 10.
- Relación con la Música: 11 – 15.
- Sobre el autor: 16 – 21.
- Sobre la atención: 22 – 24.

Se establecen diferentes ámbitos:

#### *Ámbito sensorial y perceptivo*

- Se reconocen con facilidad la repetición de timbres y las partes formales parecidas o iguales durante el tiempo de escucha.
- Hay una confusión del ámbito musical con el ámbito de las sensaciones reales. Existe una dificultad para atribuir cualidades musicales al sonido en general.
- El simple hecho de que aparezca un elemento tan reconocible como una sirena (*Ionisation* de E. Varèse) hace que todas las respuestas giren en torno a la situación de alarma que produce la sirena despreciando automáticamente el resto de sensaciones que podrían darse con los instrumentos de percusión. Toda la obra cambia su significado para

---

<sup>500</sup> Ver test completo en Anexo1.

tomar las connotaciones que ese sonido produce en ese momento ya que los sonidos que destacan del fondo instrumental llaman poderosamente la atención.

- El tratamiento electrónico en el Canto de los adolescentes genera cierta inquietud. Se asocia al tratamiento del diseño sonoro utilizado para las películas de terror o intriga en el cine.
- Desde el momento que nuestro cerebro decide (de forma consciente o no) si lo que oye le es agradable o desagradable, todo el resto de respuestas van condicionadas y ligadas de forma positiva o negativa a esa decisión.
- Las obras que tienen mayor variedad de parámetros del sonido generan más interés que las obras más estáticas. Dentro de esto, si la variedad es predecible, esto es, que se genere algún tipo de esquema en la secuencia de sonidos, se hace más atractiva que una secuencia aleatoria. Esta es la sensación que se produce también en el habla, ya que el ser humano espera oír frases cortas y simples con significado concreto y no una secuencia dadaísta.
- Todas las obras generan y despiertan curiosidad al principio. Hay un interés o atracción por lo desconocido y depende mucho de cuestiones y situaciones personales el tiempo que se pueda mantener esa atracción.
- Hay una aceptación grande de los ruidos cotidianos y naturales mientras que los que son creados por ordenador, por neutros que puedan resultar, son ajenos y crean confusión a quien los percibe. Esto quiere decir que, incluso el sonido del tráfico, fuera de su entorno y ubicación, al resultar cotidiano y conocido no se percibe como desagradable. Se aprende a convivir con el ruido como elemento perjudicial para la salud por el simple hecho de ser algo cotidiano llegándose a ver como algo no desagradable.
- Cuando no hay posibilidad de encontrar una forma en la obra, se produce una sensación de pérdida en el oyente que le lleva a señalar

automáticamente que la obra se produjo por azar de forma general. Las personas no entienden el trabajo detrás de una obra al asociarlo a un proceso comunicativo de código conocido. Si no se entiende este proceso quiere decir que no hay patrón de composición.

- La gran mayoría mantienen la atención durante toda la obra. Son partes muy cortas. La pérdida de atención se produce automáticamente cuando hay una respuesta negativa hacia la obra. Hay una ruptura que impide la atención posterior.

### *Ámbito tímbrico*

- Se relacionan los sonidos reconocidos con sonidos agradables confundiendo la sensación que producen con la identificación de la fuente obviando la sensación real. Se confunde lo abstracto con lo concreto dependiendo del reconocimiento de la fuente de emisión.
- Se tiende a relacionar los timbres desconocidos con recuerdos, sensaciones o situaciones conocidas para poder interpretar lo que se está oyendo. Esta relación va por afinidad tímbrica, aunque el sonido no corresponda fielmente al original que se tiene en la mente. Hay una búsqueda constante por asociar lo desconocido con algo concreto.
- Obras con mayor variedad tímbrica generan más interés.
- Los sonidos que poseen mucha energía en las bajas frecuencias generan sensación de curiosidad y miedo.

Es interesante ver cómo algunas definiciones de música y ruido ponen como sujeto al artista o al oyente dependiendo de quién sea el que decide lo que es música o ruido. En cualquier caso, en un gran porcentaje las obras suscitaron curiosidad e interés por conocerlas.

## 7.1. Valoración de los sonidos y obras del test

Se han agrupado determinado tipo de preguntas en tres bloques de apreciación para extraer una valoración general:

*Valoración del sonido:* extraído de las preguntas:

1. ¿Te gusta o te agrada lo que acabas de escuchar? Si/No ¿Por qué?
2. ¿Qué sensación te produce? Utiliza varios adjetivos.
3. Son agradables o desagradables, ¿qué porcentaje hay de unos y de otros?

*Comunicación con el oyente:* extraído de las preguntas:

1. ¿Crees que expresa algo concreto o abstracto? ¿El qué?
2. ¿Piensas que busca una vía de comunicación?
3. ¿Qué imagen te viene a la cabeza con cada sonido? ¿Te evoca a algún recuerdo (una película, un libro, etc.) o te suena a algo?
4. ¿Se parecen (los sonidos) a algo que hayas oído antes?
5. ¿Está describiendo algo? ¿El qué? o ¿Tiene alguna finalidad?

*Procedencia del sonido:* extraído de las preguntas:

1. Procedencia del sonido: ¿Conocida o desconocida?
2. Los sonidos de procedencia desconocida, ¿qué aparato o instrumento crees que los ha producido? ¿Instrumento musical o no?
3. Describe el sonido, ¿cómo es? ¿son iguales, diferentes?
4. ¿Reconoces partes iguales o es todo nuevo?
5. ¿Reconoces partes diferenciadas de tensiones? Rítmicas, dinámicas, tímbricas, armónicas, etc.
6. ¿Piensas que hay algún material previo sobre el que esté basado o es todo nuevo?

## 7.2. Tablas y comentarios

<i>Risveglio di una citta (1913) (Luigi Russolo)</i>		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	10
	Desagradable	8
	Neutro	2
<i>Comunicación con el oyente (recuerdos, sensaciones, etc.)</i>	Sí	12
	No	8
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	13
	Desconocida	7

**Tab. 10:** *Risveglio di una citta* (1913) (L. Russolo).

Se relaciona con el ambiente rural o con sonidos relativamente cercanos a la vida cotidiana. Se confunde la procedencia real ya que ningún sujeto acertó con la máquina que producía el sonido. Para las personas que encontraban familiar el sonido porque lo relacionaban con algo conocido, lo definían como: Sonidos del ámbito rural, máquinas, fábrica, motocicleta, prisa cotidiana, el día a día, etcétera. Para los que no encontraban nada familiar en el sonido lo definían como: Incómodo, desasosiego, incertidumbre, peligro, etcétera.

<i>Ursonate</i> (1922) (Kurt Schwitters)		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	3
	Desagradable	17
	Neutro	0
<i>Comunicación con el oyente</i> (recuerdos, sensaciones, etc.)	Sí	7
	No	13
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	16
	Desconocida	4

**Tab. 11:** *Ursonate* (1922) (K. Schwitters).

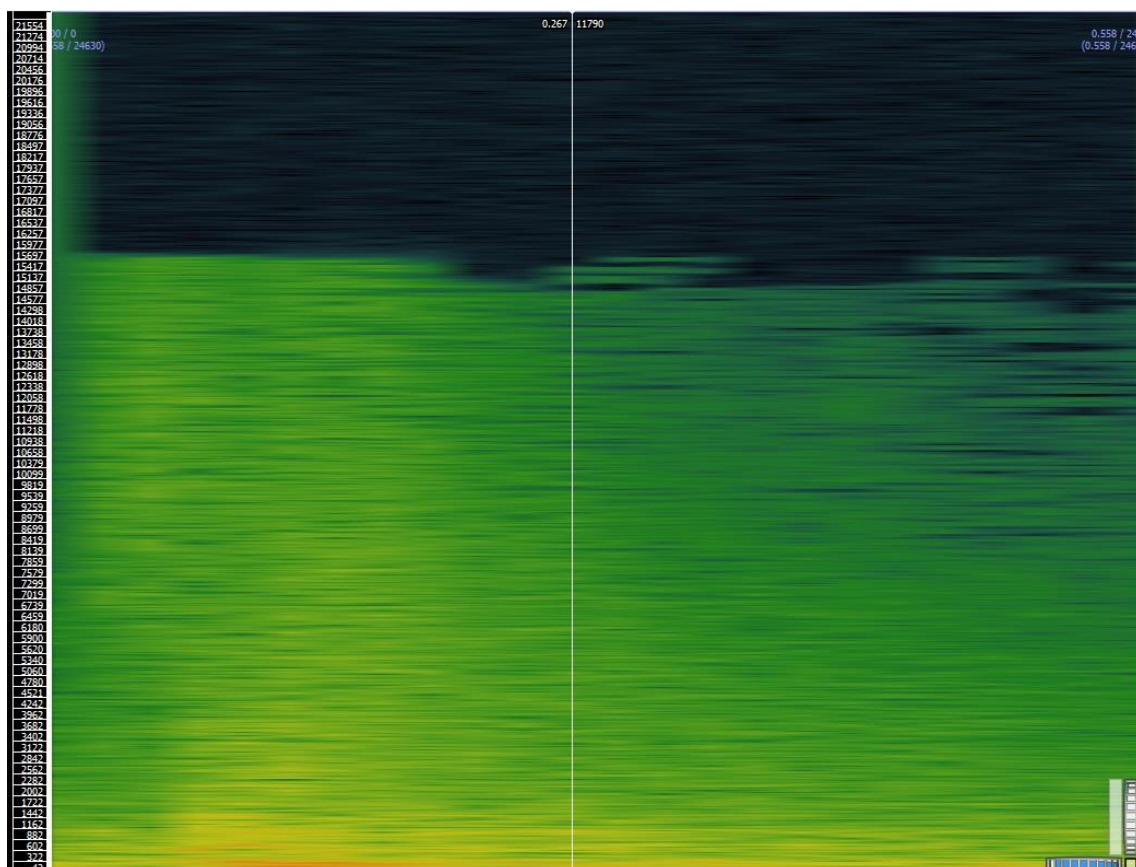
La procedencia del sonido es clara para todos, sin embargo, se confunde el mensaje: ¿idioma?, ¿canto tribal?, ¿burla?, etc. Las valoraciones positivas lo califican como una lengua o canto extranjero. Las negativas lo califican como: monotonía, burla, algo triste (*sic.*), impaciencia, etcétera.

<i>Ionisation (1933) (Edgar Varèse)</i>		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	11
	Desagradable	5
	Neutro	4
<i>Comunicación con el oyente (recuerdos, sensaciones, etc.)</i>	Sí	15
	No	5
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	17
	Desconocida	3

**Tab. 12:** *Ionisation* (1933) (E. Varèse).

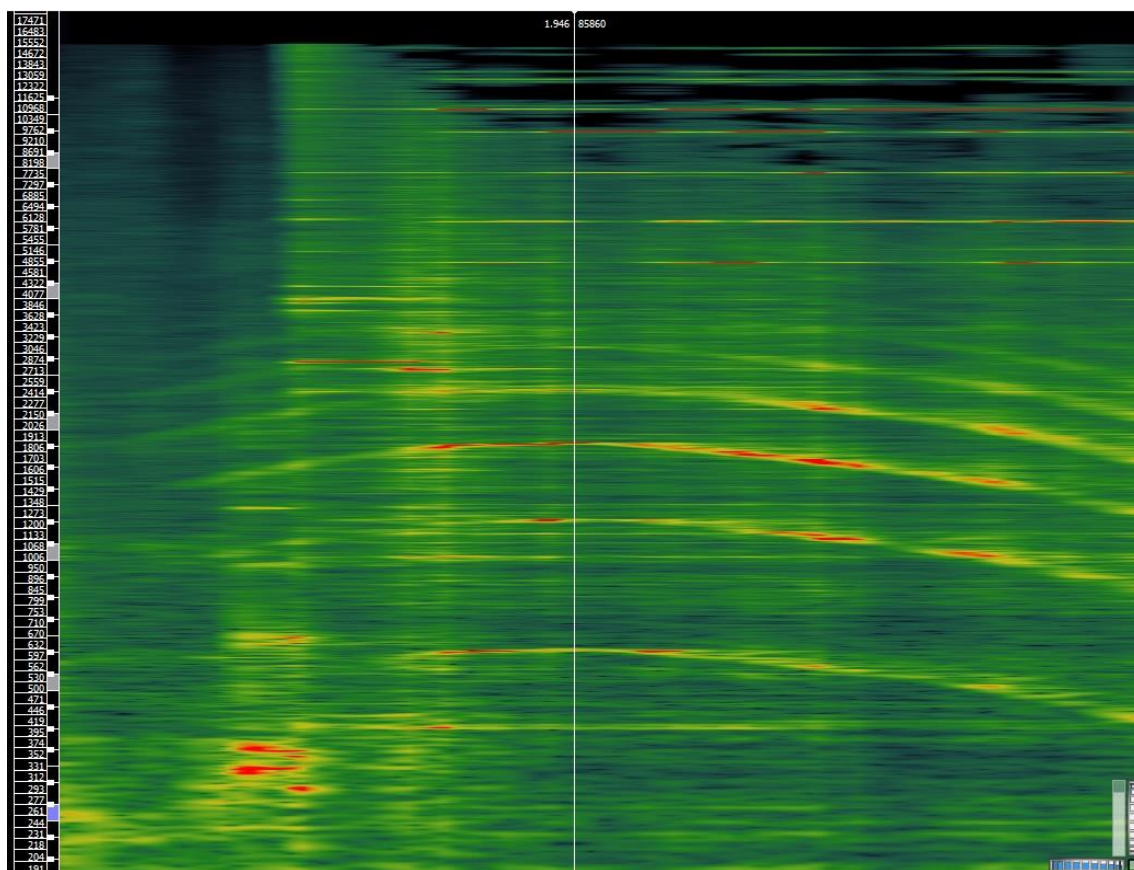
Los sonidos de percusión de la obra sugieren un grupo tribal. Todo se desvanece en el momento que aparecen las sirenas y surge una sensación de alerta. Las valoraciones son en mayor medida negativas: intranquilidad, alarma, ansiedad, estrés, ataque, etcétera. En esta obra es donde más se ha repetido una palabra: guerra.





**Ilust. 63:** Espectrograma de *Ionisation* de E. Varèse.

En el espectrograma se observa un acento en fortísimo de 1' de duración con los sonidos del bombo, platillos, cajas y triángulo. Los instrumentos de percusión emiten sonidos impulsivos o explosivos con alturas fijas (excepto los platillos que tienen un espectro complejo) que van apagándose en el tiempo ocupando un gran rango del espectro audible como se puede ver. La parte inferior corresponde al bombo que es el instrumento que suena con mayor intensidad. Los sonidos graves del bombo tienen más resonancia y perduran más en el tiempo.



**Ilust. 64:** Espectrograma de *Ionisation* (sirena) de E. Varèse

En este espectrograma de 3', también en fortísimo, se ve la diferencia entre los sonidos impulsivos de la percusión, mostrando alturas fijas que se van apagando (líneas paralelas horizontales), junto con el sonido tonal variable de la sirena, y sus armónicos (líneas paralelas curvas) y las diferentes partes del espectro sonoro que utiliza cada una. Llama la atención ver cómo, aunque la sirena ocupa un espectro armónico central, quedando rodeada por el amplio espectro armónico que ocupa el resto de la percusión, su línea melódica se apodera de la atención del oyente y se impone por encima de los instrumentos de percusión, aunque su sonido tiene similar intensidad. Su característico sonido tiene muchas connotaciones extra musicales para el oyente.

<p><i>Canto de los adolescentes (1955)</i></p> <p><i>(Karlheinz Stockhausen)</i></p>		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	4
	Desagradable	13
	Neutro	3
<i>Comunicación con el oyente</i> <i>(recuerdos, sensaciones, etc.)</i>	Sí	12
	No	8
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	11
	Desconocida	9

**Tab. 13:** *Canto de los adolescentes* (1955) (K. Stockhausen).

El tratamiento electrónico de la voz del canto de los niños todavía permite saber la procedencia del sonido, pero es ese mismo tratamiento el que produce una gran inquietud y convierte un juego de niños en algo extraño. Los sonidos que acompañan el canto favorecen esa sensación, pero la transforman en una obra bastante sugerente. Es muy posible que influya el hecho de que un tratamiento electrónico similar se ha utilizado infinidad de veces como efecto sonoro en el cine de terror. Todos reconocen que el sonido ha sido manipulado. Se produce una disparidad entre las personas que se quedan con la parte conocida de la obra (niños cantando), que la definen con palabras como: alegría y juegos infantiles; mientras que las personas que ven algo negativo lo definen como: pesadillas, hipnotismo, asfixia, caos, locura, etcétera. También hay comentarios más neutros como: extraño, incompreensión, etcétera.

<i>Artikulation (1959) (György Ligeti)</i>		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	0
	Desagradable	18
	Neutro	2
<i>Comunicación con el oyente</i> <i>(recuerdos, sensaciones, etc.)</i>	Sí	4
	No	16
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	17
	Desconocida	3

**Tab. 14:** *Artikulation* (1959) (G. Ligeti).

La obra de György Ligeti es la única obra de este grupo compuesta de forma completamente electrónica. Es, también, la obra que ha parecido más extraña al no poder identificar la procedencia de ninguno de los sonidos, aunque todos coinciden en que el origen es electrónico o manipulado electrónicamente. Pese a ser una obra muy sugerente como la anterior, el hecho de no poder identificar la procedencia de ninguno de los sonidos hace que se valore negativamente, aunque los sonidos no sean estridentes ni generen inquietud por sí solos y la disposición rítmica sea lenta. Es la obra que más comentarios negativos ha tenido: cansancio, pesado, irritación, inquietud, artificial, etcétera. Hay comentarios neutros por similitud tímbrica: burbujas, laboratorio, extraterrestre, etcétera. Como dato positivo, alguien añadió la palabra: estimulante.

<i>WaterWalk (1960) (John Cage)</i>		
<i>Valoración del sonido</i>	Agradable	2
	Desagradable	16
	Neutro	2
<i>Comunicación con el oyente (recuerdos, sensaciones, etc.)</i>	Sí	7
	No	13
<i>Procedencia del sonido</i>	Conocida	19
	Desconocida	1

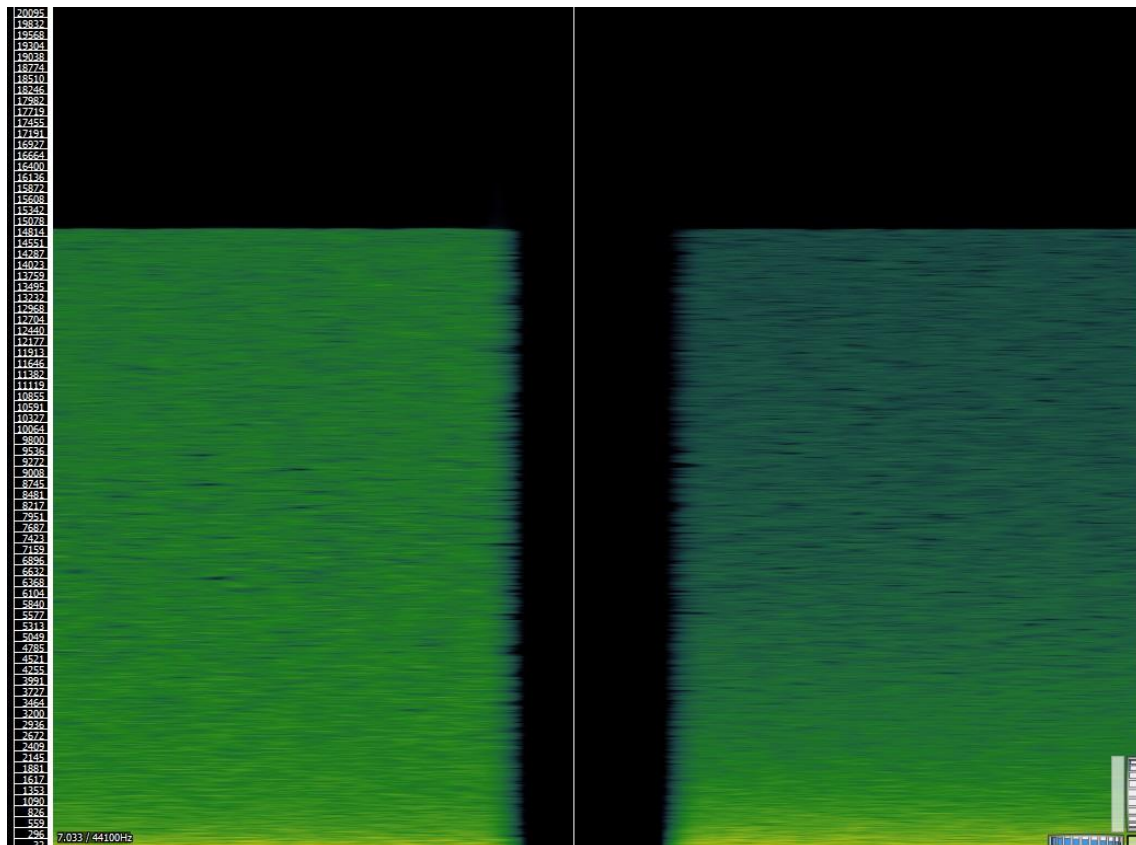
**Tab. 15:** *WaterWalk* (1960) (J. Cage).

*Water Walk* es otro de tantos experimentos sobre el sonido de John Cage. Es una sucesión rápida y aleatoria (para el oyente) de sonidos cotidianos del hogar (agua, plancha, olla, cacerola, batidora, etcétera). La obra resultó atractiva por la unión de tantos sonidos conocidos y el mensaje que se desprendía recordaba al día a día. Conviene recordar que *Water Walk* fue creada para retransmitirse por la televisión norteamericana por lo que uno de sus grandes atractivos era ver al propio John Cage moviéndose de un lado a otro del plató con un cronómetro creando esos sonidos de forma ordenada.<sup>501</sup> Esta puesta en escena producía extrañeza y sonrisas en los espectadores. Al faltarle la imagen, la obra cambia de significado para los oyentes y pierde bastante valoración.

La *Sirena de aire bitonal Federal signal 3T22* generó la sensación de alarma esperada de forma inequívoca aunque se calificó el sonido como agradable sólo por conocer la procedencia de este.

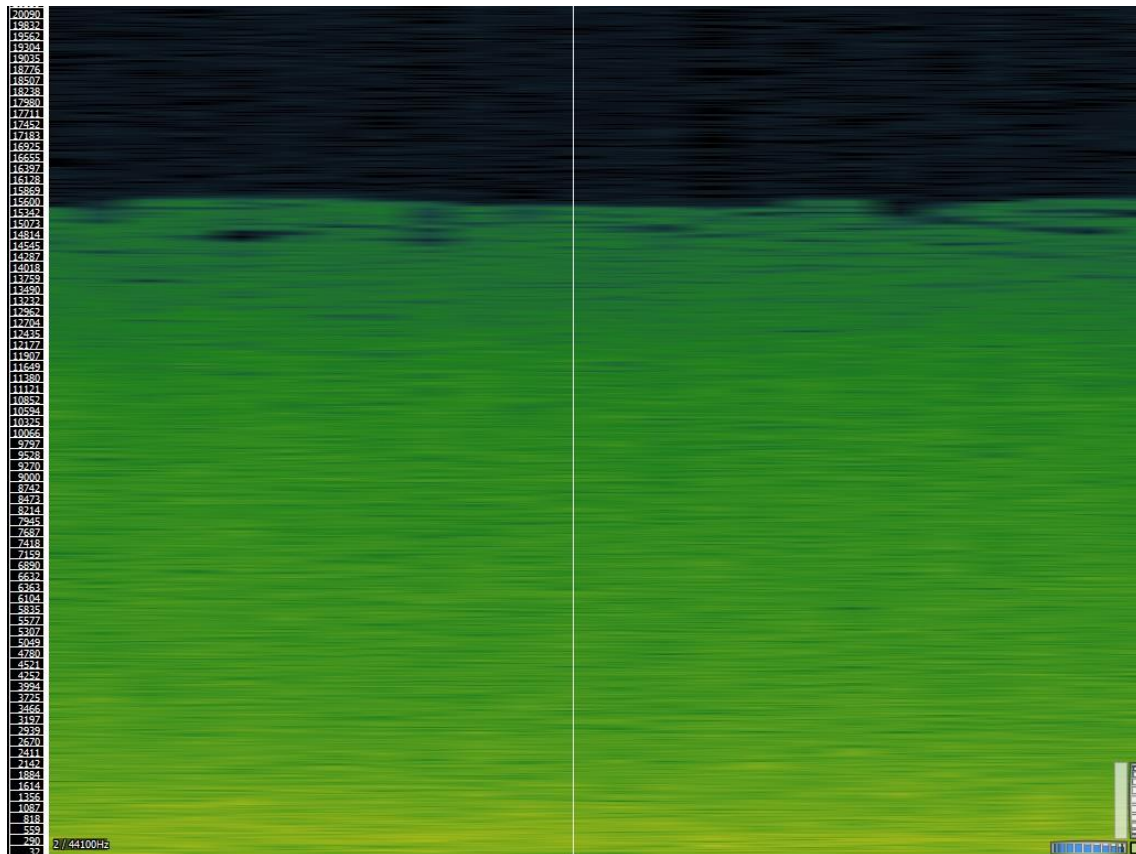
<sup>501</sup> Retransmitida en el show televisivo *I've Got a Secret* en enero de 1960.

16 personas del estudio confundieron el *Ruido Blanco* / *Ruido Rosa* con sonidos de la lluvia, agua, mar, etcétera. por lo que les producía sensación de paz, calma y relax. Es bastante lógico, ya que los sonidos del agua tienen mayor capacidad de inducir estados de relajación que los sonidos producidos por humanos.



**Ilust. 65:** Espectrograma de Ruido blanco/Ruido rosa.

El ruido blanco posee la misma intensidad en todas las frecuencias (izquierda), mientras que el ruido rosa tiene una densidad espectral que es inversamente proporcional a la frecuencia (derecha). La intensidad decae 3 dB por octava.

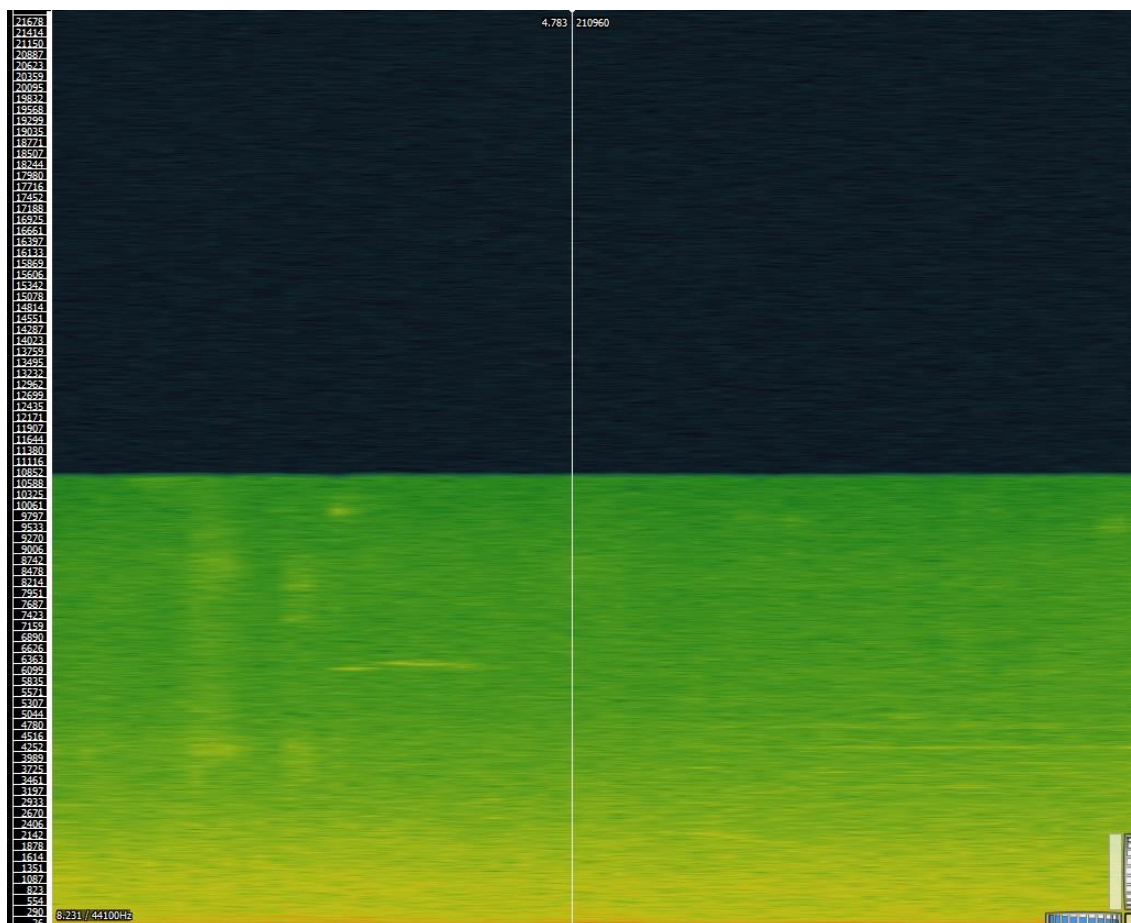


**Ilust. 66:** Espectrograma de sonido de agua en cascada.

Este es el espectrograma del sonido del agua cayendo en cascada, 2'. Se puede apreciar bien la similitud con el ruido blanco y por qué la confusión de los dos sonidos. El sonido de la lluvia es bastante similar.

El ruido de tráfico de ciudad fue más valorado de lo esperado ya que, después de tanta estimulación sonora, encontrar algo conocido se recibió como un alivio.





**Ilust. 67:** Espectrograma de Ruido de tráfico.

En el espectrograma del ruido del tráfico (calle transitada sin bocinas ni timbres) se aprecia que tiene un espectro sonoro continuo, como el anterior, pero hay más intensidad en los sonidos graves y muchos menos armónicos superiores. Las pequeñas manchas que tiene delatan que es más variable debido a los timbres y sonidos que lo forman.



### 7.3. Definiciones de ruido y música de los sujetos de estudio

Las edades de las personas están comprendidas entre los 32 y los 64 años. Hay que tener en cuenta que las respuestas están efectuadas después de hacer el test completo por lo que muy probablemente estén condicionadas por la evolución de las audiciones. En caso de repetir el test con un número mayor de sujetos, con y sin nociones de música, sería recomendable hacer las preguntas sobre la definición de ruido y música antes y después de determinar el test y observar la diferencia. Los números de las respuestas se corresponden con una persona en las definiciones de música y ruido.

#### *Música:*

1. Sucesión de sonidos con melodía y ritmo con el fin de agradar el oído y que mueva el sentimiento del oyente.
2. Sonidos que tienen un patrón de voluntad compositiva.
3. Conjunto de sonidos que transmite o te evoca sensaciones (buenas o malas).
4. Sonido que me gusta. Es el sonido que es capaz de hacerme feliz y arrancarme una sonrisa o un mar de lágrimas.
5. Sonidos agradables.
6. Estructurado.
7. Intencionado. Rítmico. Evoluciona de forma coherente, hilo conductor.
8. Sería todo lo contrario. Que tiene ritmo, un sentido melódico y que hace sentir algo sea bueno o malo.
9. La música busca una interacción o armonía entre los instrumentos o los sonidos que participan.
10. Expresión de sensaciones, sentimientos e intenciones a través del ritmo, armonía y melodía (todas o alguna de ellas, solas o combinadas) con una finalidad.
11. La música es un gran placer.
12. Sonidos colocados u ordenados.
13. Sucesión de sonidos que expresan algo. Despiertan sentimientos.
14. Ritmo, melodía y ruido incluso, combinados en el tiempo pero que responde a un plan determinado de sus autores.

15. Sonidos agradables según quien los escuche.
16. Sucesión armónica, ordenada, rítmica que pretende transmitir sensaciones, vivencias, historias. Existe la música ruidosa.
17. La unión adecuada de sonidos que produzcan sensación agradable o con sentido artístico.
18. No tengo ni idea.
19. NS/NC.

*Ruido:*

1. Sonidos que pueden tener composición musical o no, en caso de tener objetivo. Desagradable al oído. Incomoda al oyente.
2. Sonido que nos desagrada que no tiene un fin. No puedes hacer que desaparezca voluntariamente.
3. Desorden, rechazo y desagrado sin emociones.
4. Sonidos desagradables sin expresión.
5. Sonido que no me gusta.
6. Desestructurado.
7. No intencionado. Si es continuo pasa desapercibido. Aburre. No evoluciona.
8. Es el sonido que no tiene ningún ritmo ni melodía, producido por cosas que no son instrumentos y que no produce ninguna sensación.
9. El ruido no.
10. Sonidos independientes al azar sin una finalidad expresiva o sensorial.
11. El ruido es una molestia.
12. Sonidos descolocados o desordenados.
13. Sonidos aleatorios o desagradables.
14. Sin un plan previo.
15. Sonidos molestos según quien los escuche.
16. Sonidos sin orden, ni melodía, ni ritmo que perturban el oído. Existe el ruido musical.
17. Mezclas desagradables de sonidos sin sentido artístico.
18. No tengo ni idea.
19. NS/NC.

*Neutros:*

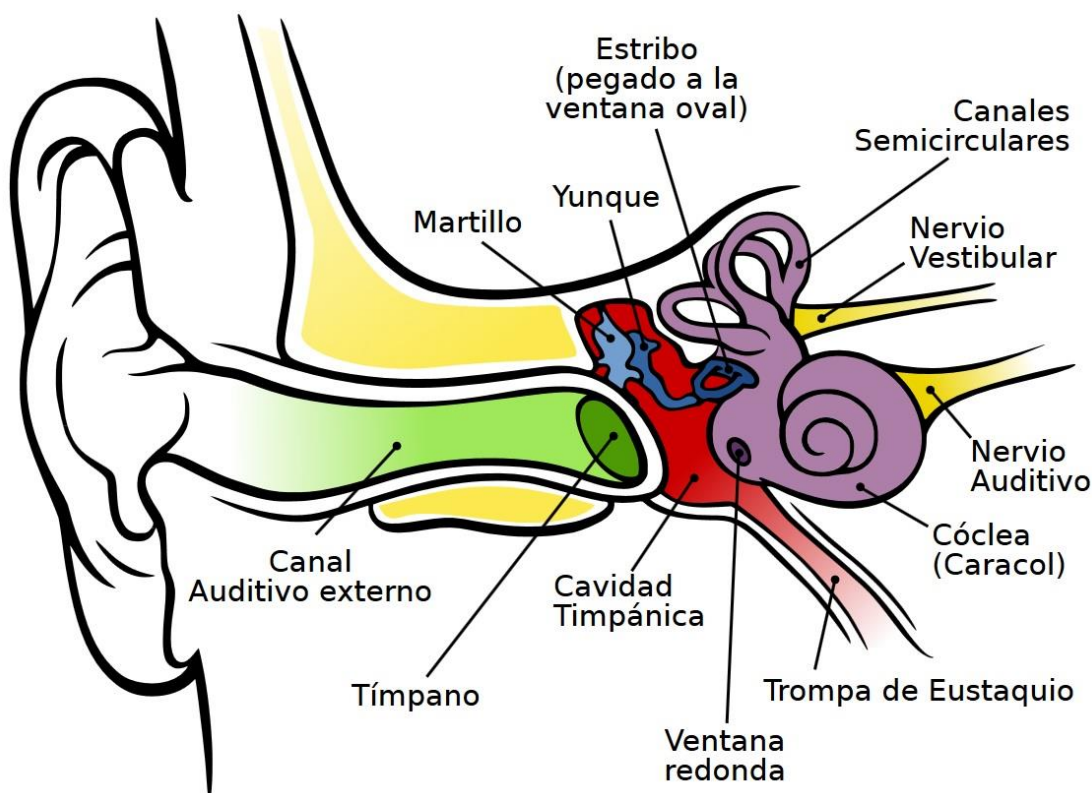
1. No puedo diferenciar, en este contexto todo es sonido.

## **8. LA PERCEPCIÓN**



### **8.1. El sistema auditivo en la percepción del sonido**

El oído es uno de los órganos más importantes de la percepción. Cuando un instrumento suena (haciendo vibrar una cuerda, un tubo hueco o un parche) pone en vibración el aire que lo rodea formando ondas sonoras que llegan hasta nuestros oídos. El pabellón auditivo (o auricular) es una estructura cartilaginosa de forma helicoidal. Es la parte visible del órgano auditivo y se encarga de dirigir las vibraciones sonoras hacia el tímpano haciendo más eficaz el proceso de audición. Después, las vibraciones del aire excitan el tímpano, el cual, mediante la cadena de huesecillos del oído medio, transmite las vibraciones físicas a la cóclea que, mediante las células ciliadas, las convierte en señales o impulsos nerviosos que el nervio coclear se encarga de conducir a nuestro cerebro. Éste último procesará esa información reaccionando con una respuesta y determinará, a través de la comparación de los impulsos nerviosos de los dos oídos, la ubicación de la fuente sonora gracias a las diferencias de intensidad, tiempo y frecuencia (timbre) que hay entre ellos. Se demostrará que el oído humano no es un sistema perfecto e infalible, sino que condiciona y distorsiona bastante cómo se percibe el mundo sonoro dependiendo de varios factores.



**Ilust. 68:** Sección aparato auditivo.

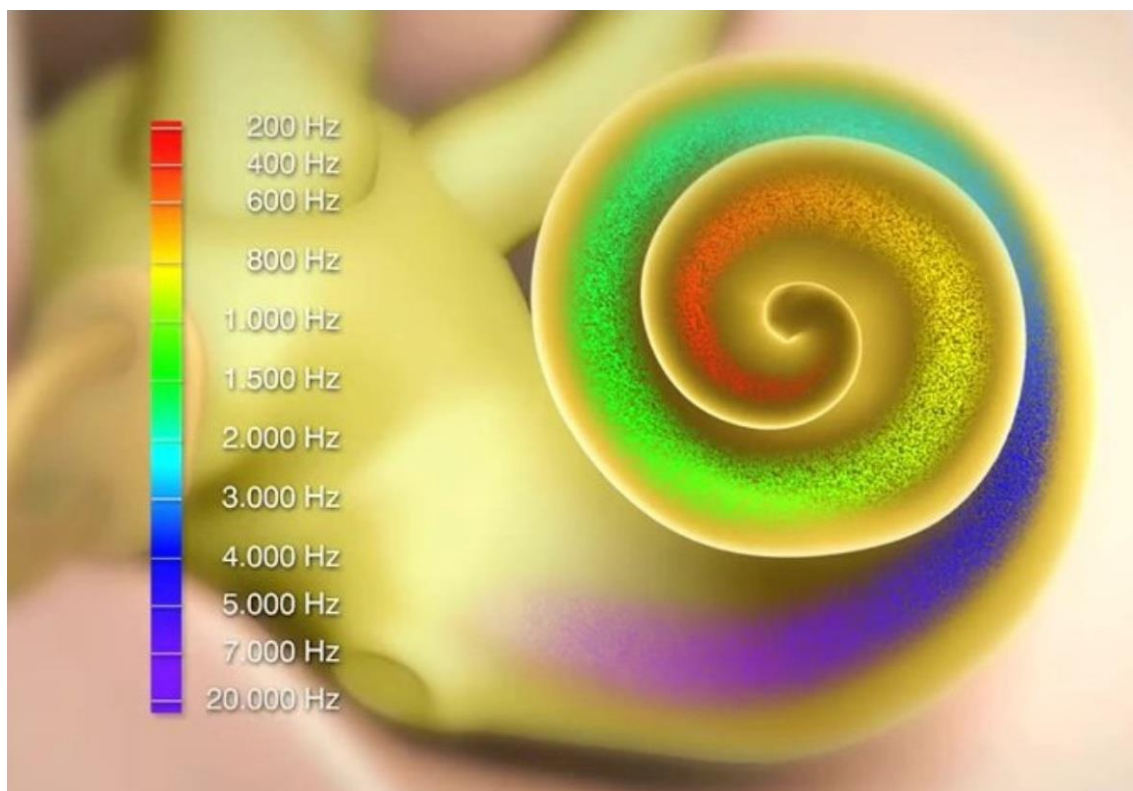
Marine Mersenne establece que el límite de sensibilidad acústica mínima para que el oído todavía perciba variación de tono es la relación 1001/1000. O sea que es el intervalo menor que el oído podría apreciar. Diferencias menores de tono darían la sensación de unísono. Pero musicalmente se aceptan como idénticos en altura todos los sonidos a una distancia menor de 81/80 (coma sintónica),<sup>502</sup> intervalo mínimo en la teoría musical que es unas 12 veces mayor que el de 1001/1000. Según José Forn:

*(...) podemos establecer, desde el punto de vista matemático, que la sensibilidad acústica es doce veces mayor que la sensibilidad musical. Es decir, que el oído puede percibir intervalos doce veces menores que la comma, la cual, a su vez, es poco menos de la novena parte del tono temperado.*<sup>503</sup>

Aquí se puede ver la distribución de la percepción de frecuencias en la cóclea.

<sup>502</sup> Ver 5.5.2. La Justa Entonación y Zarlino. p.244.

<sup>503</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. Tomo II, pp. 257 – 258.



**Ilust. 69:** Percepción de frecuencias en la cóclea.

El oído humano oye entre 20 y 20.000 Hz,<sup>504</sup> pero este rango de frecuencias no es lineal puesto que es más sensible entre los 800 y los 4.000 Hz.<sup>505</sup> La amplificación de estas frecuencias se produce en la travesía hasta el oído medio. Esto se puede observar en las *curvas isofónicas* (o *isófonas*),<sup>506</sup> o curvas de sonoridad constante, de los estudios de H. Fletcher y W. A. Munson en 1930 (recalculadas posteriormente por D. W. Robinson y R. S. Dadson). Estas curvas, calculadas sobre tonos puros, muestran la relación existente entre la frecuencia y la intensidad (en dB) de dos sonidos para que éstos sean percibidos como igual de fuertes por el oído, con lo que todos los puntos sobre una misma curva isofónica se perciben con la misma sonoridad. Cada curva se marca con un valor en fonios. En estas curvas isofónicas se observa cómo, a medida que

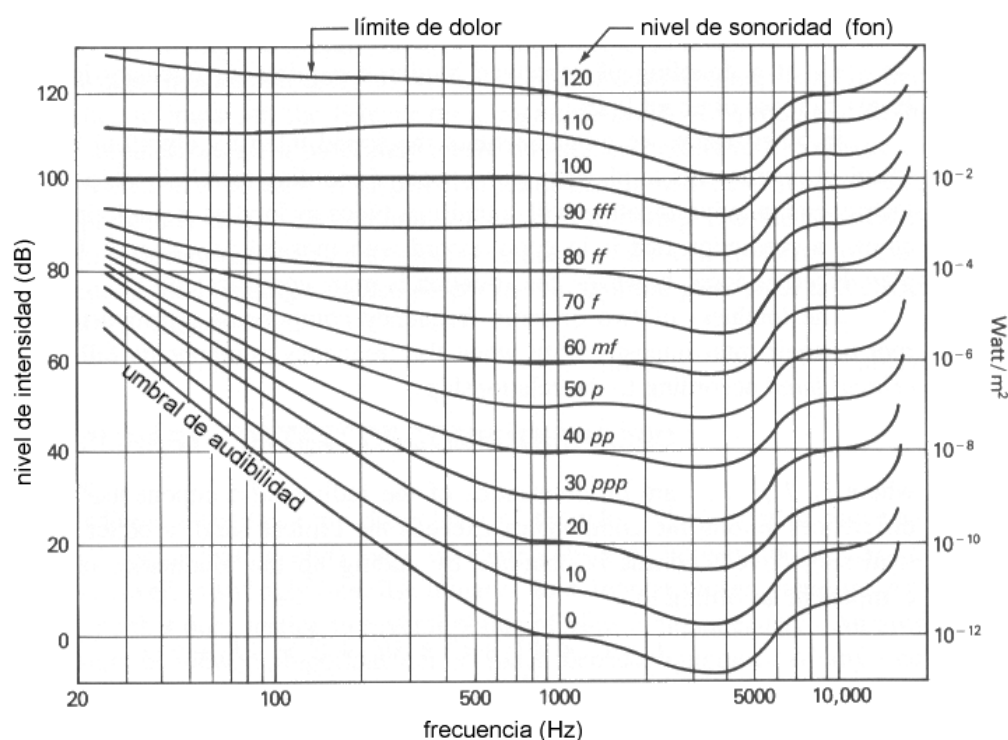
<sup>504</sup> Otros autores sitúan en 16.000 Hz. el límite agudo, aunque varía con la edad.

<sup>505</sup> El Dr. Tolosa Cabaní sitúa los márgenes entre 200 y 6.000 Hz. TOLOSA CABANÍ, Ferran: “Efectos del ruido sobre la salud” En: *Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares*. En: [<http://www.yogareikireus.es/category/estudios-interesantes/>]. 2010. Consultado en abril de 2012.

<sup>506</sup> Curvas de igual sonoridad de la recomendación ISO R226.



aumenta la intensidad sonora, las curvas se hacen cada vez más planas. Por lo tanto, la dependencia de la frecuencia es menor según aumenta el nivel de presión sonora. El control de *Loudness* de los equipos Hi – Fi altera la curva de respuesta de frecuencias de la música grabada para que el sonido sea más natural a bajo volumen, compensando de esta forma, la curva de frecuencias del oído y la respuesta de los altavoces a bajo volumen.



**Ilust. 70:** Curvas isofónicas de H. Fletcher y W. W. Munson.

Según el gráfico, el rango de frecuencias de mayor sensibilidad es donde se sitúan las frecuencias de las consonantes de la voz humana, imprescindibles para la inteligibilidad. Además, en ese rango, el oído oye muy bien alturas fundamentales que no existen físicamente pero que reconstruye a partir de los armónicos superiores.<sup>507</sup>

El oído, también, dispone de un sistema de protección que actúa alrededor de los 80 decibelios para atenuar la transmisión de sonido hasta el oído interno comprimiendo

<sup>507</sup> Ver 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva (tonos diferenciales) p.429.

las señales potentes que favorecen la adaptación al ruido. Este mecanismo explica cómo puede el ser humano adaptarse a ruidos fuertes y constantes. Según Chion:

*Los mecanismos de compensación fisiológica, en vistas a proteger el oído, 'falsean' igualmente, por así decirlo, la apreciación de la intensidad. Hay que añadir que el oído no tiene una curva de respuesta homogénea en todo el espectro; en otras palabras, si la variación de intensidad se produce en sonidos que se sitúan en ciertas regiones del espectro, no se percibe con la misma fuerza que en otras regiones...*<sup>508</sup>

Según el psicólogo John A. Sloboda:

*La característica principal de la música es que los sonidos permanecen en relaciones significantes los unos con los otros, no en aislamiento. Para que la percepción de la música 'despegue', los oyentes deben comenzar a notar relaciones e identificar agrupaciones significativas.*<sup>509</sup>

Por lo tanto, para tener una percepción musical de los sonidos que se escuchan se tienen que dar estas relaciones en mayor o menor medida. Por eso, al escuchar un sonido, o varios, afinados a una frecuencia determinada, como una bocina bitonal, no la se percibe como música sino como una advertencia, pero, en cambio, el canto de los pájaros puede resultar muy musical. Y, de forma contraria:

*(...) todo fenómeno sonoro que se perciba dentro de una cierta periodicidad rítmica es potencialmente musical. E, igualmente, que toda sucesión sonora que haga emerger una 'melodía' de alturas, aun cuando ésta resulte vaga, hacer emerger un embrión musical.*<sup>510</sup>

Por lo tanto, la altura y el ritmo son los dos parámetros de la música que generan estas relaciones y las primeras que evocan un sentido musical en el sonido. Por eso, la no identificación de estas relaciones es otra causa más que llevan a diferenciar la música del ruido. No obstante, la sensación de belleza sonora como tal, está unida a la percepción de ciertos criterios sonoros que se combinan o se adaptan a un contexto determinado. ¿Esto quiere decir que puede haber ruidos “bonitos”? No, pero sí que hay ruidos que en un contexto determinado pueden resultar agradables. Como ejemplo, se

---

<sup>508</sup> CHION, Michel: *op. cit.*

<sup>509</sup> SLOBODA, John A.: *op. cit.*

<sup>510</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.225.

puede ver la cantidad de material sobre los sonidos que ha desarrollado la estética sonora del cine, en el que se crean o manipulan los ruidos para que el resultado sea más interesante, sugerente, agradable a la escucha o, directamente, efectista aun siendo completamente irreales en algunos casos. También se puede encontrar en el A.S.M.R.<sup>511</sup> etcétera.

En referencia a la percepción del timbre, Descartes afirma que:

*Parece que, si la voz humana nos resulta la más agradable, es solamente porque más que ninguna otra es conforme a nuestros espíritus. Así, incluso nos es mucho más agradable la voz de los amigos que la de los enemigos, según la simpatía o antipatía de las pasiones.*

Luego, muestra la facilidad de percibir las cosas cuanto más sencillas y proporcionadas sean y la inestabilidad perceptiva de los sentidos:

*Esta proporción debe ser aritmética y no geométrica. La razón de esto es que en ella no hay que advertir tan gran cantidad de cosas, puesto que allí las diferencias son iguales y por eso el sentido no se fatiga tanto al percibir separadamente todos los elementos que contiene. (...) es evidente que el sentido se engaña continuamente.*<sup>512</sup>

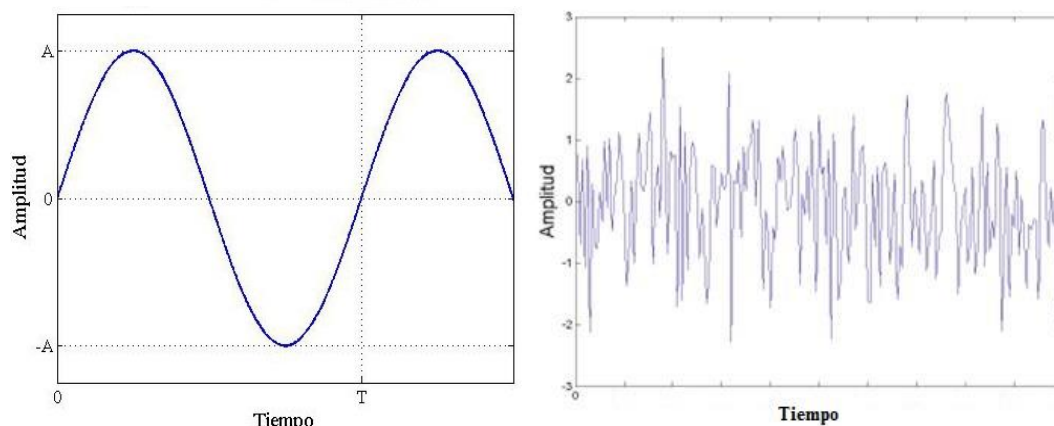
---

<sup>511</sup> Autonomous Sensory Meridian Response. (Respuesta Sensorial Meridiana Autónoma). Ver 8.5.1. El A.S.M.R. p.411.

<sup>512</sup> DESCARTES, René: *op. cit.* p.57.

## 8.2. El ruido, ¿sonido indeseable?

Si se compara la forma de onda de una senoidal (la estructura más simple) y de un ruido (estructura más compleja), se pueden apreciar grandes diferencias.



**Ilust. 71:** Onda senoidal / Onda aleatoria. Ruido.

Todo el abanico de posibilidades que abre el ruido, en determinados casos como el cine, hace plantearse la idea de si realmente el ruido es perjudicial en sí mismo o si hay una predisposición en el ser humano para considerarlo malo debido a la dificultad que tiene para entender ciertas estructuras complejas. A estas alturas, nadie duda del perjuicio físico que puede causar un sonido a partir de los 85 dB, o el perjuicio psicológico que infringe un sonido no deseado que no permite la concentración o el sueño. Pero en ambos casos se podría sustituir ese sonido por la música con idénticos resultados. La Organización Mundial de la Salud da una serie de pautas para prevenir el perjuicio de la alta intensidad sonora:

*Para que esté exenta de riesgos, la duración admisible de la exposición a un sonido disminuye a medida que aumenta el volumen del sonido. En este gráfico se muestra la exposición diaria admisible a distintos niveles sonoros (en decibelios). Se proporcionan ejemplos de diversos niveles sonoros producidos por distintos objetos, y se indica cuál es la duración máxima de la exposición en horas, minutos y segundos por cada nivel sonoro en decibelios para una audición segura. El volumen recomendado de*

cualquier sonido está por debajo de los 85 dB para una duración máxima de ocho horas al día.<sup>513</sup>

Objeto	Nivel (dB)	Tiempo
Conversación	60	Ilimitado
Televisión	65	Ilimitado
Lavadora	70	Ilimitado
Aspirador	75	Ilimitado
Despertador	80	25 h.
Tráfico	85	8 h.
Cortadora de césped	90	2:30 h.
Motocicleta	95	47 m.
Secador	100	15 m.
Obras	105	4 m.
Motosierra	110	30 s.
Concierto Rock	115	28 s.
Estadio	120	9 s.
Trueno	125	3 s.
Avión	130	< 1 s.

**Tab. 16:** Niveles de dB/tiempo.

<sup>513</sup>En:

[[http://www.who.int/pbd/deafness/activities/1706\\_PBD\\_leaflet\\_A4\\_Spanish\\_lowres\\_for\\_web170215.pdf?ua=1&ua=1&ua=1](http://www.who.int/pbd/deafness/activities/1706_PBD_leaflet_A4_Spanish_lowres_for_web170215.pdf?ua=1&ua=1&ua=1)], consultado en enero de 2017. La World Health Organisation da unos niveles muy similares en: Fact sheet n°258. Occupational and community noise. 2001.

Chion habla de lo alegre que puede ser el sonido de la lluvia (muy similar a un *ruido blanco*),<sup>514</sup> otros, de lo relajante que puede ser oírlo con la superposición de pequeñas gotas golpeando arrítmicamente contra el cristal de la ventana o un tejado, siendo preferible, en muchas ocasiones, a la inquietud que puede provocar el silencio absoluto, (aunque ya sabemos, gracias al experimento de John Cage que realizó en una cámara anecoica, que el silencio absoluto no existe).<sup>515</sup> En cualquier caso, el poder evocador del sonido sobre el ser humano está demostrado. Entonces, hay que ver en qué casos el ruido se vuelve perjudicial, porque si el ruido en sí no es algo perjudicial, ¿qué lo hace perjudicial? Retomando el hilo del primer capítulo de la Etimología del ruido, donde se abordan los diferentes tipos de ruido que marcaba el Glosario de Términos Acústicos publicado por la Sociedad Española de Acústica, se debe hacer una selección más específica para clasificar los ruidos. Esta vez se hará desde el punto de vista estrictamente humano para lo que se utilizará la página web de SISMA<sup>516</sup> sobre la contaminación acústica, y en base a dos factores, el tiempo y la frecuencia:

Según el tiempo:

- *Ruido estacionario*: Ruido cuyo nivel de presión sonora permanece constante a lo largo del tiempo.
- *Ruido fluctuante*: Ruido cuyo nivel de presión sonora varía en función del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias (no periódicas). Se puede escoger un límite de fluctuación para intentar separar lo que es un ruido estacionario, de uno fluctuante, que suele estar en torno a 6 dB.
- *Ruido intermitente*: Ruido que aparece solamente en determinados instantes.
- *Ruido impulsivo*: Ruido cuyo nivel de presión sonora aumenta de manera muy acusada por encima del ruido de fondo en instantes muy cortos de tiempo (impulsos). Los impulsos pueden presentarse de manera aleatoria o repetitiva. Suele ser bastante más molesto que el ruido continuo.

---

<sup>514</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.240.

<sup>515</sup> CAGE, John: *Essay: John Cage*. Madrid. Tecnos / La casa encendida. 2006. Foto pp. 26 – 27.

<sup>516</sup> Extraído de [[http://www.sisma.net63.net/index\\_archivos/Page1868.htm](http://www.sisma.net63.net/index_archivos/Page1868.htm)], (Servicios en Medio Ambiente) Página sobre el ruido y la contaminación acústica, consultada en enero de 2013.

Según la frecuencia:

- *Ruido Blanco*: Es un tipo de ruido con densidad espectral de potencia constante, es decir, tiene la misma energía en todas las frecuencias. Si se representa esta energía en bandas de frecuencia el nivel aumenta 3 dB por octava.
- *Ruido Rosa*: Es un tipo de ruido que no tiene respuesta uniforme en todo el ancho de banda, sino que el nivel de energía decrece a razón de 3 dB por octava. Si se representa esta energía en bandas de frecuencia se observa que el nivel permanece constante.
- *Ruido Tonal*: Este tipo de ruido presenta en su espectro una marcada componente tonal y puede oírse claramente el tono puro.
- *Ruido de Baja Frecuencia*: Se consideran valores de baja frecuencia todo ruido que se encuentre entre 20 y 125 Hz. Algunas fuentes que generan componentes de baja frecuencia se encuentran dentro del grupo de maquinaria industrial, principalmente motores, así como transformadores eléctricos. Además según se describe en la Norma UNE ISO 1996 – 2:2009,<sup>517</sup>:

*(...) los investigadores han demostrado que, en comparación con el caso de las frecuencias medias o altas la percepción y los efectos de los ruidos difieren considerablemente a bajas frecuencias, siendo éstas últimas más molestas.*<sup>518</sup>

Ahora, se pueden extraer varios factores que llevan a percibir un sonido como molesto (no como ruido):

- *Intensidad*: Cualquier sonido que supere los 85 – 90 dB durante un tiempo determinado. La frecuencia también influye, puesto que los sonidos a partir de los 1.000 Hz son mucho más perjudiciales.

---

<sup>517</sup> UNE-ISO 1996-2:2009. “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.” Equivalencia internacional: ISO 1996-2:2007. En: [http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0043828#.WG7iXH2uYfB], consultado en noviembre de 2016.

<sup>518</sup> Según Agustín Rico Ortega: “*El trazado de las curvas* (referida a las curvas de valoración NR) es coherente con el hecho de que los sonidos agudos son más molestos para el oído humano que los graves.” En este caso se entiende que Rico Ortega se refiere a la valoración del ruido de fondo de una sala en cuanto al enmascaramiento de la información sonora transmitida en dicha sala. No obstante, hay que valorar que dependerá de la situación de cada caso puesto que la normativa habla de casos generales. En cualquier caso habría que establecer una relación o diferencia entre qué es molesto y qué es perjudicial. Tendría sentido si se recuerdan las curvas de Fletcher y Munson. En: RICO ORTEGA, Agustín: *Protección frente al ruido. Tomo I: Fundamentos*. España. Tórculo Edicions. 2008.

- *Brusquedad*: Como decía Burke:

*El principio brusco o el cese brusco de un sonido, por intenso que sea, tiene el mismo poder. En todo lo que es repentino e inesperado, somos susceptibles de sobresaltos; tenemos una percepción del peligro, y nuestra naturaleza nos impulsa a ponernos a resguardo de él. Obsérvese que un simple sonido, de cierta fuerza, aunque de poca duración, si se repite a intervalos, provoca un gran efecto.*<sup>519</sup>

Además, según el Dr. Cabaní un ruido intermitente es más molesto que un continuo.

- *Incertidumbre*: No poder controlar el inicio o el cese, la intensidad o la duración de un sonido.
- *Estado de ánimo*: Estar o no predispuestos a escuchar, a abstraernos, o a aislar un sonido. También incluyo aquí el que sea el propio ser humano el que produce el sonido.
- *Timbre*: Sonidos desconocidos que tienen componentes muy irregulares. Para Chion, la *acusmática*<sup>520</sup> tiene un doble filo porque *a veces nos ayuda a interesarnos por el sonido en sí mismo, y otras veces, por contra, tiene como resultado que la idea de la causa nos agarra o nos asedia.*<sup>521</sup>

Además de sentirlos como molestos también pueden ser perjudiciales, aunque el hecho de sentirlo molesto ya es perjudicial. El Dr. Cabaní considera el ruido como el *sonido que contamina*, considerando que el ruido es la sensación auditiva de carácter desagradable y que produce reacciones en el cuerpo humano muy especialmente en el sistema auditivo. Añade que el ruido tiene un fuerte componente subjetivo:

*El receptor notará menos ruido si está concentrado o distraído en alguna actividad mientras se produzca el ruido. (...) Una persona puede acostumbrarse al ruido del ordenador o de la música, al ruido del aire acondicionado, al ruido del tren, etc. Se puede dar el caso de no sentirlo habitualmente e, incluso, puede necesitar un ruido para poder dormir.*

---

<sup>519</sup> BURKE, Edmund: *De lo sublime y de lo bello*. Madrid. Alianza. 2005, p.115.

<sup>520</sup> Literalmente es *oír sin ver*. Pierre Schaeffer se refiere a ella como lo que nos permite interesarnos por el sonido en sí mismo, puesto que en ella se nos oculta su causa.

<sup>521</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.252.



Después dice:

*El ruido es un estímulo que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa, y su presencia provoca efectos psíquicos, como alteraciones en el descanso, en el sueño nocturno, en la capacidad de concentración, provoca ansiedad, favorece el estrés, etc.*<sup>522</sup>

En un artículo publicado por el diario El Mundo sobre el perjuicio del ruido para la salud dice:

*Reducir el ruido del tráfico a la mitad. Éste es el objetivo de la Comisión Europea con su propuesta de actualizar la Directiva de Ruido de Vehículos el próximo mes de junio. La medida tiene el respaldo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ya que, según un informe recién publicado, esta contaminación acústica es la segunda mayor amenaza ambiental -tras la polución- y responsable, según los cálculos del organismo sanitario, de 50.000 infartos cada año en Europa. Según el documento de la OMS, el 1,8% de los ataques al corazón en los países europeos de elevados ingresos se puede atribuir a niveles de ruido del tráfico superiores a los 60 decibelios (dB). El sonido de los vehículos por carretera y de los trenes provocan además 200.000 casos de trastornos cardiovasculares. (...) por el ruido ambiental se pierden 61.000 años debido a enfermedades isquémicas del corazón, 45.000 años por daño cognitivo en los niños, 903.000 años por problemas de sueño y 22.000 años por tinnitus<sup>523</sup> en los países de Europa. Uno de cada tres ciudadanos europeos reconoce que el ruido del tráfico le molesta durante el día y uno de cada cinco tiene problemas para conciliar el sueño por este motivo. Las evidencias epidemiológicas indican que las personas que están crónicamente expuestas a niveles de ruido elevados tienen más riesgo de sufrir trastornos cardiovasculares.*<sup>524</sup>

Otro artículo, también publicado por el periódico El Mundo, dice:

*La exposición a altos niveles de ruido, concretamente al ruido por la noche, puede causar una mayor mortalidad por diabetes a corto plazo. Es la conclusión que se extrae de un estudio publicado en la revista Acta Diabetológica (...) que ha analizado*

---

<sup>522</sup> TOLOSA CABANÍ, Ferran: *op. cit.*

<sup>523</sup> Tinnitus, tinnitis o acúfenos: Es un fenómeno perceptivo que consiste en oír sonidos (pitidos, zumbidos, siseos o campanilleos, graves o agudos) que no proceden de ninguna fuente externa. Están causados por la vibración de los tejidos que rodean al oído o por errores en el sistema auditivo. Algunos se deben a señales generadas en los nervios del propio sistema auditivo.

<sup>524</sup> ----: "Enfermos por el ruido del tráfico", En: *Diario EL MUNDO (corazón)*. Madrid. Publicado el 3 de marzo de 2011. [www.elmundo.es].

*los niveles de ruido en la ciudad de Madrid (España) entre los años 2001 y 2009. Se trata de una investigación realizada conjuntamente por el Instituto de Salud Carlos III, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Autónoma de Madrid y que viene a confirmar los efectos nocivos que el tráfico tiene sobre la salud. ‘Tradicionalmente se ha pensado que los efectos del ruido eran simples molestias, como irritabilidad o dolores de cabeza’, cuenta el coautor del estudio, Julio Díaz, doctor en Física y científico titular de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto Carlos III de Madrid. Sin embargo, ahora se está viendo que no se trata sólo de eso, sino que (...) el ruido del tráfico está relacionado con la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.*<sup>525</sup>

Estos dos artículos son, simplemente, un ejemplo de los muchos escritos que hablan sobre la peligrosidad del ruido y sus riesgos. La ley española sobre el Ruido 37/2003, estipula las condiciones que se deben cumplir para evitar la contaminación acústica. Esta ley resume perfectamente lo que se ha dicho, definiendo contaminación acústica como:

*(...) presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen daños significativos sobre el medio ambiente.*<sup>526</sup>

Si se estudia la Directiva 2002/49/CE, se observa que define el ruido ambiental como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas. De esta forma la normativa atribuye la producción de ruido a una característica humana, y cómo debe ser regulada. Para ello se crea varias normas en distintos ámbitos para hacer frente al ruido ambiental como el Decreto 48/1998, de 30 de julio, *de protección del medio ambiente frente al ruido*. En el marco legal, hablar de ruido es hablar de *contaminación acústica* en referencia al perjuicio que crea en el ser humano.

Como se ha visto, las normativas se ocupan generalmente de los ruidos que superan un número determinado de dB y en determinadas frecuencias. Pero Federico

---

<sup>525</sup> MARÍN, Clara: “Asocian el ruido del tráfico a la mortalidad por diabetes”, En: *Diario EL MUNDO (Salud)*. Madrid. Publicado el 20 de agosto de 2014. [www.elmundo.es].

<sup>526</sup> Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido. BOE núm. 276 publicada el Martes 18 noviembre de 2003.

Miyara habla también de lo contrario, la molestia generada por ruidos de baja intensidad y baja frecuencia:

*(...) muchas personas experimentan molestias ante ruidos de nivel tan bajo que no alcanzan a superar los límites estipulados en las ordenanzas destinadas al control de ruidos molestos. Existen evidencias experimentales de que determinados efectos del ruido no dependen esencialmente del nivel sino de otros aspectos cualitativos. Un ejemplo de ello lo constituye el caso del habla irrelevante, es decir, una comunicación verbal entre personas ajenas.*

Esto se puede ver también con referencia a un ruido de fondo muy bajo porque los niveles de tolerancia son muy complicados de precisar. Establece que los criterios sobre la molestia que genera un ruido pueden ser cuantitativos y cualitativos.

*Los cuantitativos se basan en general en mediciones o en conteo de eventos (por ejemplo, la cantidad de picos en un determinado periodo de tiempo). Tienen la ventaja de ser objetivos y permiten una decisión basada en valores límite. Los criterios cualitativos se basan en valoraciones subjetivas tales como ‘molesto’ o ‘innecesario’ o que ‘excede la normal tolerancia’.*<sup>527</sup>

Para Florence Nightingale (1820 – 1910), considerada pionera de la enfermería moderna,

*(...) el ruido innecesario es, pues, la más cruel tortura que puede ser infligida tanto al enfermo como al sano. Porque en todas estas notas el enfermo es mencionado sólo como sufridor en mayor proporción de lo que también sufre el sano por las mismas causas. El ruido innecesario, aunque sea insignificante, molesta a un enfermo mucho más que el ruido necesario, aunque se mucho más intenso.*<sup>528</sup>

Si, además, se produce durante la noche, puede resultar insoportable. El ruido en los hospitales ralentiza la recuperación de los pacientes, aumenta los niveles de estrés e incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares e hipertensión, reduce la respuesta inmunitaria y aumenta el dolor.

---

<sup>527</sup> MIYARA, Federico: “Aplicaciones de la Norma IRAM 4062 a ruidos molestos de muy bajo nivel” En: *Primeras jornadas regionales de acústica – AdAA 2009*. Rosario, Argentina. 19 y 20 de noviembre de 2009.

<sup>528</sup> NIGHTINGALE, Florence: *Notas sobre enfermería. Qué es y qué no es*. Barcelona. MASSON S.A. 2002. Cap. El ruido.

### 8.3. El silencio

Hablando del silencio, se podría describir como una sensación opuesta al ruido o al sonido en general. Se ha visto que, el silencio absoluto puede producir cierta inquietud al presentarse de una forma que no se da en la naturaleza, como sucede en una cámara anecoica, que crea un ambiente sonoro artificial (o mejor dicho lo elimina), excelente para hacer pruebas acústicas pero incómoda para el ser humano. Con los datos que se poseen y visto que el ruido puede ser muy perjudicial para la salud, la pregunta es, ¿tiene el silencio cualidades o connotaciones positivas en el ser humano?

Estudios recientes afirman que el silencio es beneficioso y necesario para el cerebro y contribuye a su regeneración. El descubrimiento de la neurogénesis ha supuesto un avance en la investigación del cerebro y la regeneración neuronal.

Investigadores del *Research Center for Regenerative Therapies Dresden* han descubierto el impacto y los beneficios del silencio en el cerebro mostrando mejoras en la memoria y la capacidad de adaptación a los cambios. Desarrollaron pruebas con ratones manteniéndolos en silencio durante dos horas al día. Posteriormente comprobaron que se generaban nuevas células en el hipocampo, la región del cerebro relacionada con el aprendizaje, la memoria y las emociones. Estas células eran capaces de integrarse en el sistema nervioso central para cumplir diferentes funciones.<sup>529</sup>

Mientras se descansa el cerebro activa una *red* que evalúa la información recibida a lo largo del día incorporándola a la memoria si es importante o descartándola si es irrelevante. Esta red continúa trabajando por debajo del nivel de consciencia y es la responsable de buscar soluciones a problemas.

En un estudio realizado en la *Universidad de Harvard* constataron que esa *red* se activa cuando se está en silencio con los ojos cerrados pero cualquier estímulo externo

---

<sup>529</sup> KIRSTE, Imke; NICOLA, Zeina; KRONENBERG, Golo; WALKER, Tara L.; LIU, Robert C.; KEMPERMANN Gerd.: “Is silence golden? Effects of auditory stimuli and their absence on adult hippocampal neurogenesis”, En: *Brain Struct Funct* (2015) 220:1221–1228. DOI 10.1007/s00429-013-0679-3. Publicado en diciembre de 2013. [www.Springerlink.com], consultada en enero de 2017.

podría desconectarla. Es esencial para reafirmar la identidad de las personas ya que se activa especialmente cuando se reflexiona sobre uno mismo.<sup>530</sup>

Incluso durante un sueño profundo, nuestro cuerpo está programado para reaccionar ante estímulos auditivos que puedan suponer una alerta. El ruido provoca la activación de la amígdala, la cual responde produciendo hormonas como la adrenalina y el cortisol, incrementando el nivel de estrés.

Otros estudios como los realizados en la *Universidad de Cornell* descubrieron que los niños que viven en zonas ruidosas, cercanas a los aeropuertos, son más vulnerables al estrés, tienen una tensión arterial más alta y niveles más elevados de cortisol.<sup>531</sup>

En la *Universidad de Pavia* descubrieron que tan solo dos minutos en silencio provocan una disminución de la presión sanguínea y son más beneficiosos que escuchar música relajante.<sup>532</sup>

En resumen, los beneficios del silencio son:<sup>533</sup>

- Regenera el cerebro favoreciendo el aprendizaje, la memoria y las emociones.
- El cerebro puede dar sentido a la información.
- Ayuda a solucionar problemas y reafirma la identidad.
- Reduce la presión sanguínea.
- Reduce los niveles de estrés.
- Tiene efecto sanador y relajante.

---

<sup>530</sup> MORAN, Joseph M.; KELLEY, William M.; HEATHERTON, Todd F.: “What can the organization of the brain’s default mode network tell us about self-knowledge?”, En: *Front. Hum. Neurosci.* 7:391. doi: 10.3389/fnhum.2013.00391. Publicada en Julio de 2013. [https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00391], consultada en febrero de 2017.

<sup>531</sup> LANG, Susan S.: “Study of German children living near airports shows jet aircraft noise impairs long-term memory and reading ability” En: *Cornell Chronicle. Cornell University*. 7 de octubre de 2002. [http://www.news.cornell.edu/stories/2002/10/airport-noise-impairs-long-term-memory-and-reading]. Consultado en marzo de 2017.

<sup>532</sup> BERNARDI, L.; PORTA, C.; SLEIGHT, P.: “Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence”. En: *US National Library of Medicine / National Institutes of Health*. Septiembre de 2005. doi: 10.1136/hrt.2005.064600.

<sup>533</sup> No se debe confundir el silencio con el silencio absoluto del que se ha hablado antes. Cuando se habla de silencio en este ámbito se refiere a un estado en el que el sonido ambiente está por debajo de los 20 dB.

#### **8.4. El contexto del sonido**

Anteriormente se ha hablado sobre el contexto musical en el que se desenvuelven las relaciones armónicas de una obra musical. Este contexto crea unas relaciones que hacen que se perciba un mensaje musical (frases melódicas, células rítmicas, pequeños motivos, etcétera) debido a que contiene una información. También se ha visto cómo la música atonal pierde, conscientemente, esas relaciones de contexto, embarcándose en la aventura de trabajar con sonidos individualmente. Además, el contexto, que puede ser dado o creado, ha variado mucho a lo largo de la historia. Pero dentro del contexto espacial y temporal del sonido es diferente ya que es un factor determinante en cómo se considera una vez que se produce.

Resumiendo, entonces, dentro del contexto de la comunicación se deben recordar las siguientes fases básicas:

#### **SONIDO → PERCEPCIÓN OIDO → CEREBRO →MUSICA O RUIDO**

**SONIDO:** Un elemento emisor produce un sonido que se transmite por un medio elástico que entra en vibración por dicho sonido, en este caso el aire.

**PERCEPCIÓN OIDO:** Nuestro oído percibe esa vibración del aire que transforma en impulsos eléctricos que van desde el sistema auditivo hasta el cerebro.

**CEREBRO:** Es el receptor y encargado de transformar todo ese proceso físico en un proceso intelectual que le permite emitir un juicio, dependiendo de la situación del individuo, sobre esa sensación, si es agradable, molesta, o incluso, si es indiferente. En definitiva, la decisión de si es música o ruido.

#### 8.4.1. Las definiciones de sonido

Antes se ha definido el sonido como cualquier estímulo auditivo que se produzca dentro de los márgenes de la audición, o sea, cualquier estímulo susceptible de ser captado por el oído. A continuación se propone una pequeña lista de definiciones de diversos autores que pueden ayudar a aclarar el término y lo que se entiende por sonido.<sup>534</sup>

- John Beanent (1980) en *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*:

*Audición: el sentido por el cual el sonido es detectado por animales y el hombre y transformado en patrones de señales eléctricas que crean la sensación de sonido en el cerebro.*<sup>535</sup>

- Leo L. Beranek (1956) en *Acústica*:

*Dícese que hay sonido cuando un disturbio que se propaga por un material elástico causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material que puede ser reconocido por una persona o por un instrumento.*<sup>536</sup>

- Richard Brennan (1994) en el *Diccionario Básico para la Actualidad Científica*:

*Sonido es una forma de energía producido por la vibración de un objeto que al hacerlo crea un movimiento de las moléculas de medios elásticos, como el aire. Oímos ondas cuando las moléculas perturbadas moviéndose por el aire, llegan a nuestros tímpanos, haciéndolos vibrar y enviando al cerebro debilísimos impulsos de energía electroquímica donde serán interpretados.*<sup>537</sup>

---

<sup>534</sup> Extraídas del interesante estudio de: SOZIO, Juan Ángel: “Yo oigo, tú oyes, el oye... Una investigación acerca de las definiciones de «sonido».” Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos Interamericanos de Investigación en Educación Musical. 2001. En: [<http://www.revistas.unam.mx/index.php/cem/article/view/7310>], consultado en enero de 2017.

<sup>535</sup> BEANENT, John: “Hearing”. En: *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. London. Ed. by Staley Sadie. Macmillan Publishers Limited. 1980.

<sup>536</sup> BERANEK, Leo L.: *Acoustics*. New York. McGraw Hill Book Company, inc. 1954.

<sup>537</sup> BRENNAN, Richard P.: *Diccionario básico para la actualidad científica*. Traducción española por Luis Bon.Madrid. Celeste Ediciones. 1994.

- Jacques Brillouin (1960) en *Histoire de la Musique, Encyclopedie de La Plèyade*:

*El sonido, fenómeno físico, está constituido por los movimientos vibratorios cuya cadencia es tal que el oído puede seguir la evolución y, por eso, conmocionar los nervios que provocan nuestra sensación.*<sup>538</sup>

- Charles Gariel (1925) en *Encyclopedie de la Musique et Dictionnaire du Conservatoire*:

*En realidad, el sonido, es una sensación, fenómeno subjetivo, personal; él pertenece al dominio de la conciencia, como las otras sensaciones (...) desde el punto de vista fisiológico, el sonido, la sensación sonora, resulta de la puesta en acción del nervio auditivo, acción que se transmite al cerebro, donde ella produce las modificaciones de naturaleza todavía desconocida que tiene por efecto el hacer nacer la sensación especial que nos ocupa. (...) Absolutamente, el sonido, la sensación sonora no existe más que dentro de nosotros.*<sup>539</sup>

- Donald Griffin (1959) en *Ecos de Murciélagos y Hombres*:

*El sonido participa de todas las propiedades del movimiento ondulatorio, y estas propiedades pueden ser observadas siempre que el sonido viaje de ida y vuelta. (...) En un tiempo se discutió; si el sonido existe en ausencia de un ser humano que lo escuche; se debatió si se producía sonido alguno en una catarata ubicada en el desierto cuando no había allí alguien que lo oyera. Este tipo de cuestión deja de tener mayor importancia si establecemos una distinción entre el fenómeno físico de las ondas sonoras, con sus cambios de presión que viajan a través del aire, y la sensación subjetiva de oír sonido. Esto último, naturalmente requiere la existencia de un escucha, aunque podría ser tanto un animal como un ser humano. Pero al menos que pensemos que la catarata y el aire que la rodea tienen propiedades completamente distintas*

---

<sup>538</sup> BRILLOUIN, Jacques: *HISTOIRE DE LA MUSIQUE, Encyclopédie de la Plèiade*. Dir: Roland Manuel. Editions Gallimard. Paris. 1960. Entrada: Le Son, Phénomène Physique.

<sup>539</sup> GARIEL, Charles: "Etude de la Sensation sonore en Acoustique Musicale." En: *Encyclopedie de la musique et dictionnaire du conservatoire. Deuxieme Partie, Technique Estetique – Pedagogie – Tendances de la Musique – Technique Générale*. Paris. Librerie Delagrave. 1925.



cuando no hay allí alguien presente, resulta indiscutible que las ondas físicas que constituyen el sonido se producirán, de hecho, mientras el agua continúe cayendo.<sup>540</sup>

- Hermann von Helmholtz (1885) en *On the sensations of Tone*:

*Cada órgano de los sentidos produce su peculiar sensación, el cual no puede ser excitado por medio de ningún otro; el ojo provee sensación de luz, el oído sensación de sonido, la piel sensación de tacto. Precisamente cuando el mismo rayo de sol que excita en el ojo sensaciones de luz choca con la piel y excita sus nervios, ellos son sentidos solamente como calor, no como luz. De la misma manera la vibración de cuerpos elásticos sentidos por el oído, pueden también ser sentidos por la piel, pero en tal caso producen solamente una vibrante y zumbona sensación, no sonido. La sensación de sonido es por esto una especie de reacción contra un estímulo externo, peculiar del oído, y excitable en ningún otro órgano del cuerpo y es completamente distintivo de la sensación de otro sentido. (...) Nuestra primera ocupación será examinar cuántas clases de sensaciones puede generar el oído y cuáles diferencias en el medio externo de excitación o sonido, a estas diferencias de sensaciones.*<sup>541</sup>

- Marc Honegger (1976) en *Dictionaire de la Musique. science de la Musique*:

*(...) vibración acústica capaz de despertar una sensación auditiva.*<sup>542</sup>

- Marin Mersenne en *Harm. Universelle* :

*En rigor nada es el sonido si el oído no le da naturaleza de tal, y sería más exacto decir, sentimos movimientos de aire, que oímos sonidos.*<sup>543</sup>

- Tirso de Olazabal (1954) en *Acústica Musical y Organología*:

*Sonido es una sensación experimentada cuando llegan al oído las ondas producidas por determinados movimientos vibratorios.*<sup>544</sup>

---

<sup>540</sup> GRIFFIN, Donald R.: *Ecos de murciélagos y hombres*. Eudeba. Buenos Aires. 1960.

<sup>541</sup> HELMHOLTZ, Hermann von: *On the sensations of tone*. New York. Dover. 1954.

<sup>542</sup> HONEGGER, Marc: *Dictionaire de la Musique. science de la Musique*. Paris. Ed.Bordas. 1976.

<sup>543</sup> LALO, Charles: *Bosquejos de una Estética Científica*. Traducción española por J.Ontañón Arias. Madrid. Ed.Daniel Jorro.1927.

- John Pierce (1985) en *Los sonidos de la Música*:

*En sentido estricto un sonido es lo que oímos cuando una onda sonora, transmitida a través del aire, llega a nuestros oídos. Una onda sonora actúa como lo que los psicólogos llaman un estímulo. Nuestra respuesta al estímulo es el «sonido» que oímos. Con esta definición, si nadie escucha (o si sólo están presentes personas sordas), no existe sonido, sino sólo una onda sonora en el aire.*<sup>545</sup>

- John Redfield (1926) en *Música Ciencia y Arte*:

*El sonido es una sucesión de pulsaciones atmosféricas capaces de producir sensación auditiva.*<sup>546</sup>

- Juan Roederer (1973) en *Introduction to the Physics and Psychophysics of Music*:

*(...) llega al sistema del nervio auditivo, que transmite las señales nerviosas al cerebro donde la información es procesada, mostrada [displayed] como una imagen de rasgos auditivos en una cierta área del córtex, identificada, guardada en la memoria, y eventualmente transferida a otros centros del cerebro. (...) Algunos procesamiento neurales de la información acústica son producidos directamente en el principio (o a la salida) en el sistema nervioso periférico. (...) Advierta que nosotros podemos reemplazar al oyente por un sistema de grabación, tal como un grabador de cinta magnética, un fonógrafo grabador, o una grabación fotoeléctrica en un film, y todavía se reconocen por lo menos tres de los subsistemas.*<sup>547</sup>

- Jean Jacques Rousseau en *Dictionaire de la Musique*:

*Cuando la agitación, comunicada al aire por el choque de un cuerpo golpeado por otro, alcanza al órgano auditivo, se produce una sensación que se llama ruido.*

---

<sup>544</sup> OLAZABAL, Tirso de: *Acústica Musical y Organología*. Buenos Aires. Ricordi Americana. 1954.

<sup>545</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985.

<sup>546</sup> REDFIELD, John: *Música, Ciencia y Arte*. Buenos Aires. Eudeba. 1961.

<sup>547</sup> ROEDERER, Juan: *Introduction to the Physics and Psychophysics of music*. New York. Springer Verlag. 1973.

*Pero si hay un ruido resonante y apreciable se lo llama sonido. Ruido: es en general, toda conmoción del aire que muestra sensible al órgano auditivo.*<sup>548</sup>

- Juan Angel Sozio (1981) en *Los Fonoprodutores*:

*Es la percepción culturalizada del movimiento vibratorio de un medio elástico, debido, generalmente a las vibraciones de un cuerpo, que tiene las cualidades necesarias para excitar los centros aptos para recibirlas, o dicho de una manera más simple: es la percepción culturalizada de las perturbaciones fonógenas. (Perturbación fonógena: es la deformación de un medio elástico que está dentro de las condiciones físicas de frecuencia e intensidad para que el estímulo produzca su efecto).*<sup>549</sup>

Se puede extraer como conclusión que el sonido es un estímulo o sensación que procede del exterior que sólo cobra sentido en el momento que es procesado por el cerebro del ser humano. Hay un proceso físico y otro psicológico. El fenómeno físico es objetivo y el proceso psicológico es una reconstrucción parcial y mental del proceso físico a través de los datos emitidos por el órgano de la audición. Entonces ¿no hay sonido si no hay percepción? Algunos autores, relegan el concepto de sonido a la sensación que se produce, o se decide que se produce, en el cerebro y no antes, lo que hay antes de eso es una vibración del aire nada más. Después, la relación entre ambos fenómenos va a depender de los factores explicados en el cuadro del primer capítulo al cual se añade ahora el factor cultural. Se puede apreciar también que algunas definiciones establecen un paralelismo entre ruido y sonido.

Entonces, el sonido que no se percibe, o el sonido que el propio cerebro filtra y no oye nadie más, ¿no existe?<sup>550</sup>

---

<sup>548</sup> ROUSSEAU, Jean Jacques: *Dictionnaire de la Musique*. Geneve. (edición original sin fecha).

<sup>549</sup> SOZIO, Juan A.: “Los Fonoprodutores. Contribución al estudio la Organología Musical.” En: *Revista del Instituto de Investigación Musicológica Carlos Vega*. Universidad Católica Argentina. Año 4, N°4, Buenos Aires, pp.83 – 89. 1981.

<sup>550</sup> Ver 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva. p.429.

## 8.5. Los ruidos bonitos

### 8.5.1. El A.S.M.R.<sup>551</sup>

ASMR es un acrónimo que significa *Autonomous Sensory Meridian Response* (Respuesta Sensorial Meridiana Autónoma). Este neologismo hace referencia a un fenómeno biológico caracterizado por una sensación placentera que sienten algunas personas que provoca calidez y relajación, y que en ocasiones puede estar acompañado de cierto hormigueo que se siente normalmente en la cabeza, cuero cabelludo, nuca, espalda o regiones periféricas del cuerpo como respuesta a varios estímulos visuales y auditivos. Este fenómeno, a veces incomprendido, se define como una sensación extraña que produce un estado de relajación y adormecimiento que sirve para combatir el estrés, la ansiedad y todo estado que conlleve una agitación causada por la tensión. Las personas que tienen estas sensaciones son capaces de recordar la primera vez que las sintieron.

Todavía hoy sigue habiendo mucho escepticismo acerca de este fenómeno por personas que no lo sienten atribuyéndoles unas connotaciones hedonistas negativas que realmente no tiene, ya que el fin es más bien terapéutico, similar a un masaje pero a través de la vista y el oído y no del tacto. Otros ven un carácter sexual (por similitud) en este tipo de experiencias y sensaciones llegándolas a definir como un “orgasmo cerebral”, cosa completamente imposible ya que el estado que produce el ASMR es contrario a la excitación. Lo realmente interesante de este efecto es producir tal sensación sin que haya ningún tipo de contacto físico.

Objetivamente, esta sensación la desencadenan situaciones muy similares en todos los casos. Son acciones y sonidos que se caracterizan por transmitir un estado de tranquilidad y paz por asociación, sin ningún tipo de sobresaltos. Normalmente estas acciones son completamente irrelevantes y contienen, o pueden contener, un patrón repetitivo dentro de la aleatoriedad de la acción. Cualquier situación de alerta produce la ruptura de la sensación. Para que se desencadene esta sensación debe haber una

---

<sup>551</sup> Cfr. [<https://es.wikipedia.org/wiki/ASMR>], consultado en enero de 2017.

predisposición a la relajación, es decir, tener el deseo de relajarse en una situación cómoda. Cada persona tiene un desencadenante diferente.

Desencadenantes, características y situaciones que lo producen:<sup>552</sup>

Visuales:

- Ver realizar una acción cotidiana, lúdica, trabajo, etcétera.
- Ver realizar acciones sobre otras personas, como masajes, corte de pelo, maquillaje, etcétera, tanto si lo desempeñan sobre una tercera persona o sobre sí mismos.
- Ver desarrollar acciones que requieren un cuidado especial como el dibujo, cortar un papel, etcétera.

Sonoros:

- Sonidos suaves y generalmente sordos (pocos armónicos agudos), alrededor de los 30 dB o más bajos, sin contrastes bruscos de intensidad.
- Los momentos de silencio crean una sensación especial y son muy importantes para crear la sensación de tranquilidad.
- Sonidos de la naturaleza: lluvia, viento, sonidos de las hojas, sonidos con el agua, etcétera.
- Sonidos humanos: susurros, a veces casi inaudibles, un tipo de voz o la forma de hablar o de entonar de una persona sin cantar, sonidos con la boca o con determinadas consonantes, realización de dramatizaciones sobre un personaje o acción concreta, sonidos que se desprenden de las acciones visuales anteriormente descritas, etcétera.
- Sonidos con objetos: Golpeteos suaves con los dedos, uñas u otros objetos, acariciar o rascar con las manos, dedos u otros objetos. Cualquier sonido producido por la manipulación suave contra un objeto en la realización de una acción cotidiana o inventada. Manipular hojas y cartulina, libros, etcétera.

---

<sup>552</sup> Cfr. [<https://loquepasaenmiescalera.wordpress.com/2015/06/07/asmr-la-misteriosa-sensacion-que-a-todo-el-mundo-le-gusta-pero-nadie-puede-explicar/>], consultada en enero de 2017.

Todas estas formas de manipular los objetos dotan a los sonidos que producen de cierta musicalidad, entendida desde el punto de vista de hacerlos placenteros a la escucha.

Hoy en día han aparecido muchos estudios sobre el ASMR. Aquí muestro una selección de pequeños artículos y estudios actuales, algunos todavía en investigación. Como desarrollar el contenido de estos estudios excede a los límites de este trabajo, muestro la referencia de forma muy resumida:

- Juri Kobayashi estudia en su tesis para Master la relación entre el ASMR y la música.<sup>553</sup>
- Tom Stafford, profesor de Psicología y Ciencias Cognitivas de la Universidad de Sheffield (Reino Unido). Se cuestiona acerca de la veracidad y realidad del ASMR y sobre todas las preguntas que quedan por responder.<sup>554</sup>
- Steven Novella, director general de Neurología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Yale (EE.UU.), escribió en 2010 un artículo sobre el ASMR en 2010 donde se centra en las conexiones cerebrales que se producen.<sup>555</sup>
- Robert J. Zatorre, profesor de neurociencia en el Instituto Neurológico de Montreal y el Hospital en McGill U. Steven. Relaciona, como Kobayashi, el ASMR con la sensación y el placer de escuchar música.<sup>556</sup>
- Bryson Lochte, un investigador y Doctorando del Dartmouth College (EE.UU.), comenzó a investigar la respuesta humana hacia el ASMR.<sup>557</sup>
- Craig Richard, profesor de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Shenandoah (EE.UU.). Ha extraído conclusiones del estudio de su teoría llamada *Origin Theory of ASMR 2.0*.<sup>558</sup>

---

<sup>553</sup> KOBAYASHI, Juri: "MUSICALLY INDUCED ASMR: An Amalgamated Experience". Tesis para Master. Department of music. University of Jyväskylä. 2015.

<sup>554</sup> En: [<http://mindhacks.com/2013/05/13/the-unnamed-feeling-named-asmr/>], consultada en enero de 2017.

<sup>555</sup> En: [<http://theness.com/neurologicablog/index.php/asmr/>], consultado en enero de 2017.

<sup>556</sup> En: [<http://www.nytimes.com/2013/06/09/opinion/sunday/why-music-makes-our-brain-sing.html>], consultado en enero de 2017.

<sup>557</sup> En: [<http://asmruniversity.com/2014/07/25/asmr-research-science-studies/>], consultado en enero de 2017.

<sup>558</sup> En: [<http://asmruniversity.com/origin-theory-of-asmr/>], consultado en enero de 2017.

El ASMR es un caso en el que el ruido puede ser utilizado terapéuticamente para crear sensaciones de relajación, tranquilidad y paz, que son efectos contrarios que se suelen atribuir al ruido como causante de problemas para la salud, estrés, ansiedad, etcétera. Actualmente y cada vez más se continúa investigando el uso del ASMR con fines terapéuticos.

El ruido blanco, que contiene todas las frecuencias audibles con igual intensidad, tiene la capacidad de ocultar frecuencias a niveles equilibrados que pueden resultar molestos para el oído, tales como ruidos de tráfico, obras, motores, etcétera, y su escucha genera sensación de calma y paz en algunas personas al asemejarse a sonidos de la naturaleza como la lluvia, el mar y el agua en general. Son sonidos de amplio espectro de frecuencias de igual intensidad y carencia de elementos de tipo rítmico. Por analogía el ruido blanco se asemeja a la luz blanca utilizado en óptica, que muestra la presencia simultánea de colores de todas las frecuencias.

### **8.5.2. El Foley**

Antes se ha estudiado que se utilizaban máquinas de todo tipo para ilustrar determinados sonidos en la ópera para dar mayor realismo a la escena. Los efectos de Foley, también llamados efectos de sala, buscan la recreación de sonidos que no se grabaron en la escena o que, los que se grabaron, no poseen el suficiente atractivo sonoro para la escena. Deben su término al artista Jack Donovan Foley (1891 – 1967) y están considerados dentro del cine como un arte donde han pasado de ser meros ruidos ocasionales a convertirse en un decorado sonoro de la escena que acompañan como elemento narrativo. Todos estos sonidos se graban siempre en estudio a tiempo real y se procesan después dependiendo del resultado que se busque.

En los efectos de Foley hay que diferenciar entre varios tipos según el resultado que se quiera conseguir:

- Los efectos reales que se recrean para dar más vida a un sonido concreto seleccionando la calidad del objeto a grabar. Estos ruidos sustituyen a los reales para cubrir en muchos casos el sonido pobre que genera un decorado de *atrezzo* (ruido de pasos, chirrido y golpe de una puerta que se cierra, una cucharilla en una taza, etcétera). Por ejemplo, grabar una vajilla que genera

un sonido muy agradable sustituyendo el sonido que realmente tiene la vajilla que se ve en escena que no es tan atractivo.

- Efectos creados para dar vida a determinados sonidos producidos con elementos completamente diferentes a los que realmente generan el sonido. Por ejemplo, utilizar cocos para crear el efecto de los cascos de los caballos, o golpes con objetos para sustituir a los puñetazos en una pelea, sonido de disparos, etcétera. Son sonidos irreales que se aceptan como válidos aunque no se parezcan en nada a los sonidos originales, ya que mejoran el conjunto vista – oído o sonido – acción y resultan creíbles mejorando el resultado final.
- Efectos y sonidos creados para sugerir sonidos de elementos u objetos que no existen o no se sabe cómo suenan (naves espaciales, sonidos de ciencia ficción como un láser, monstruos, etcétera).

Todo el diseño sonoro gira en torno a la sensación auditiva que se genera a través de una imagen y cómo se acepta la relación de ese conjunto.

### **8.5.3. El diseño sonoro**

Cuando se habla de diseño sonoro se suele pensar, acertadamente, en el mundo del cine y televisión, pero hay otros diseños sonoros en los que no se repara habitualmente que están minuciosamente creados para “agradar” el oído.

En 2015 la marca de vehículos japonesa NISSAN hizo un nuevo estudio del diseño sonoro de sus coches:

*(...) el equipo de diseño de Nissan trabaja minuciosamente en mejorar el Sound Quality de cada uno de sus modelos, término que se usa para describir el conjunto de sonidos que los pasajeros perciben por parte del vehículo y que resultan en una reacción emocional. Por ejemplo, el sonido proveniente del motor puede influenciar la opinión de una persona respecto a un vehículo, juzgando que la aceleración y el dinamismo son rápidos o lentos a partir de lo que el sonido del motor le transmita. Otros factores que influyen en el Sound Quality son el ruido aerodinámico y el rodaje de las llantas. (...) lograr la perfecta calibración de sonido dentro de un vehículo se ha*



*vuelto sumamente relevante, pues afecta el modo en el cual el usuario conversa, escucha música o simplemente disfruta del silencio en el interior del vehículo. (...) Nissan ha desarrollado tres conceptos: Pure Sound, Pure Quality y Powerful Sound, los cuales están integrados en diversos modelos de su gama, entre ellos el totalmente renovado Maxima 2016.*<sup>559</sup>

Después añade diferentes tipos de modelos dependiendo del diseño sonoro que se busque:

- El modelo *Pure Sound* tiene como objetivo que el sonido exterior no se filtre en la cabina mediante la utilización de cristales acústicos, los cuales trabajan como aislantes.
- El modelo *Pure Quality* se refiere a la cancelación activa de ruido mediante el sistema de audio, el cual emite ondas sonoras que mitigan aquellas que provienen del motor y pueden considerarse molestas. El resultado es una reducción de ruido de hasta 10 dB.
- El modelo *Powerful Sound* involucra al tren motriz, permitiéndole emitir una nota de hasta 2 dB más alta cuando se selecciona el Modo Sport de manejo. En este caso el sistema de audio del vehículo también emite ondas, que en lugar de mitigar el ruido – como en el caso del *Pure Quality* – lo acentúan.

Cada vez se le da más importancia al diseño sonoro ya que es un factor íntimamente relacionado con la calidad y respuesta del coche. El sonido de las puertas cuando se abren o se cierran, el de los pilotos indicadores, el motor, etcétera, son factores decisivos a la hora de diseñar un sonido que será fiel a la marca y modelo.

En el centro de diseño TENNECO Automotive Engineering Center<sup>560</sup> situado en Michigan (EEUU) se asigna y crea el sonido característico de cada coche. Se encargan de fabricar los catalizadores y sistemas de escape para decidir con el fabricante qué sonido de motor va a escuchar el cliente. Los silenciadores que fabrican se componen de cámaras y varios afinadores para graduar y regular el nivel de dB a diferentes frecuencias ya que no es lo mismo el sonido del vehículo cuando necesita potencia que en velocidad de crucero.

---

<sup>559</sup>En: [<http://autoypista.com/nissan-desarrolla-tecnologias-para-mejorar-el-diseno-sonoro-de-sus-vehiculos/>]. 2015. Consultado en enero 2017.

<sup>560</sup>En: [[www.tenneco.com](http://www.tenneco.com)], consultada en enero de 2017.

Estos estudios, en los que se invierten grandes cantidades de dinero, no sólo se utilizan para los coches sino que hay detrás una industria montada alrededor del ruido con estudios casi para cada tipo de objeto que emite un sonido: aspiradores, secadores, cafeteras, lavadoras, lavaplatos, despertadores, avisadores acústicos de hornos, microondas, etcétera, todo lleva un estudio acústico serio en los parámetros del sonido, frecuencias, intensidad, duración, etcétera, para que ese sonido sea lo más atractivo posible y dé una idea de la calidad de fabricación del aparato. Estos estudios se realizan en cámaras anecoicas.

## 8.6. El ruido como símbolo sonoro

En ninguna definición aparece el ruido como un recurso comunicativo o informativo, dando por hecho que es un sonido despreciable e, incluso, lo contrario a cualquier tipo de comunicación, pero, en determinados casos, los ruidos se hacen necesarios. Si se entiende que el ruido tiene un valor comunicativo, habría que establecer un emisor y un receptor para que se dé un proceso de comunicación.

Una sirena contra incendios, o la de un coche de policía pueden ser sonidos no deseados, pero son necesarios para comunicar un estado de alerta. Una alarma de un despertador es un sonido que transmite también un aviso, en este caso personal. En ambos casos el sonido emitido coincide con las definiciones de ruido antes expuestas. La diferencia entre estos dos ejemplos es que en el primero el emisor es un agente externo al receptor y en el segundo es el propio receptor el que hace de emisor programado. Para el receptor interesado, todos estos ruidos serían deseados además de necesarios.

Todos estos sonidos tienen un importante valor comunicativo puesto que nos alertan de algo que está sucediendo o algo que va a suceder si no se pone un remedio, y con consecuencias negativas. Se podría decir que, en estos ejemplos, hay un fin y una intencionalidad comunicativa con consecuencias positivas. Aquí entra en juego otro factor fundamental y es que ese ruido se considere útil.

Pero en estos casos, para el receptor interesado, estos ruidos tomarían otros nombres como “señal”, “alarma” o “símbolo sonoro”, los cuales tienen un significado específico por una convención cultural. Las personas que accidentalmente oigan estos sonidos sin estar dentro de ese proceso comunicativo, lo interpretarán como ruido con un efecto negativo, puesto que no tiene utilidad para ellos y no contiene información alguna. Aparece aquí un nuevo concepto que es el contexto. Se entiende el contexto como una situación espacial y temporal en la que se produce el sonido.

Otro factor que puede ayudar a dar luz sobre lo que se puede considerar o no ruido es el factor de imprevisibilidad, es decir, que el receptor espere ese sonido o no. Es más probable que un sonido imprevisto altere más al receptor que uno predecible aunque este factor estaría íntimamente relacionado con la intensidad de ese sonido.

Entonces, que un sonido sea o no considerado ruido correspondería únicamente al receptor de ese sonido, último elemento del proceso comunicativo, y no al emisor, independientemente de la intencionalidad con la que se hubiera producido.

Al hablar del paisaje sonoro, se ha visto la importancia de la escucha activa y de la interacción con el medio que nos rodea. Esta interacción proporciona continuamente sonidos que informan de lo que pasa alrededor. Cada entorno sonoro tiene su propio lenguaje con el que da una información precisa. La mayor parte de las veces pasan desapercibidos por lo que las personas no son conscientes de la cantidad de información que poseen. Son lo que se llama *marcadores sonoros* que informan de la situación en que se encuentra cada persona con respecto a lo que le rodea.

De forma general, los marcadores que se encuentran en el entorno son:

- *Marcadores horarios y temporales:* Informan del momento del día en el que estamos. Tienen una continuidad y una frecuencia, o sea, se repiten de la misma forma a lo largo de los días. Los más comunes son los relojes que emiten sonido, los campanarios y carrillones, etcétera. Los relojes y campanarios emiten sonidos cada hora o cada cuarto de hora con un código diferente (normalmente el número de sonidos y la velocidad entre éstos). Otros marcadores son los cierres o apertura de los comercios, los sonidos de activación o desarme de las alarmas, el paso del camión de la basura, los descansos en los colegios o en las oficinas que hacen que, durante un periodo de tiempo, se llenen de gente de conversaciones de gente en voz alta, etcétera, que dan una idea exacta de la hora en la que estamos. Mientras los primeros marcadores son casi universales, los segundos dependen exclusivamente de cada lugar por lo que hay que conocer el código de ese lugar. Muchos marcadores del entorno pueden traer vivencias o recuerdos de alguna situación importante de la vida, aunque no estén pretendiendo comunicar ese tipo de información.
- *Marcadores de situación espacial o de ubicación:* Los sonidos que son propios de sitios concretos: El sonido de un campanario, de determinado tipo de animales, los ruidos propios del acento de un idioma, ciertas actividades que se dan en lugares concretos, etcétera, son indicadores que se encuentran en una

ciudad, extranjera o no, en un pueblo, o en espacios cerrados, una fiesta, una consulta médica, biblioteca, etcétera.

- *Marcadores de alerta:* Sirenas, alarmas, bocinas, algunos toques de campanas, etcétera, y todo tipo de comunicador acústico que indique un estado de alerta o de especial precaución por un suceso que se desarrolla cerca o que implica directamente a las personas y exhorta a hacer algo en concreto o a actuar rápidamente puesto que hay un peligro inminente o se puede producir.
- *Marcadores de bienestar:* Son aquellos sonidos que transmiten tranquilidad, paz, sosiego y bajo estado de alerta sin pedir atención. Canto de los pájaros, fuentes corriendo, conversaciones tranquilas y risas, en definitiva, bajo nivel de intensidad sonora y sin contrastes altos. Todo está bien y en calma. Pueden pasar desapercibidos como si fuera el estado normal del entorno.
- *Marcadores de entorno:* El propio feedback de la voz o de los sonidos que genera una persona da mucha información sobre una sala: Tamaño, material de construcción, materiales accesorios, objetos de la sala, etcétera.
- *Marcadores neutros:* Todo el resto de sonidos que no aportan ninguna información pero que configuran y rellenan el paisaje sonoro que nos rodea. Suelen pasar completamente desapercibidos y no se les presta ninguna atención.

Dependiendo de la situación en el espacio, un mismo sonido puede representar marcadores diferentes para cada persona.

Agustín Rico diferencia y ordena de otra forma los sonidos que se pueden encontrar en la ciudad y que contribuyen a modificar el paisaje sonoro:<sup>561</sup>

#### *Fuentes externas*

- Tráfico de automóviles: Generan un tipo de ruido aleatorio con diferentes espectros dependiendo del tipo de vehículo y la calzada.

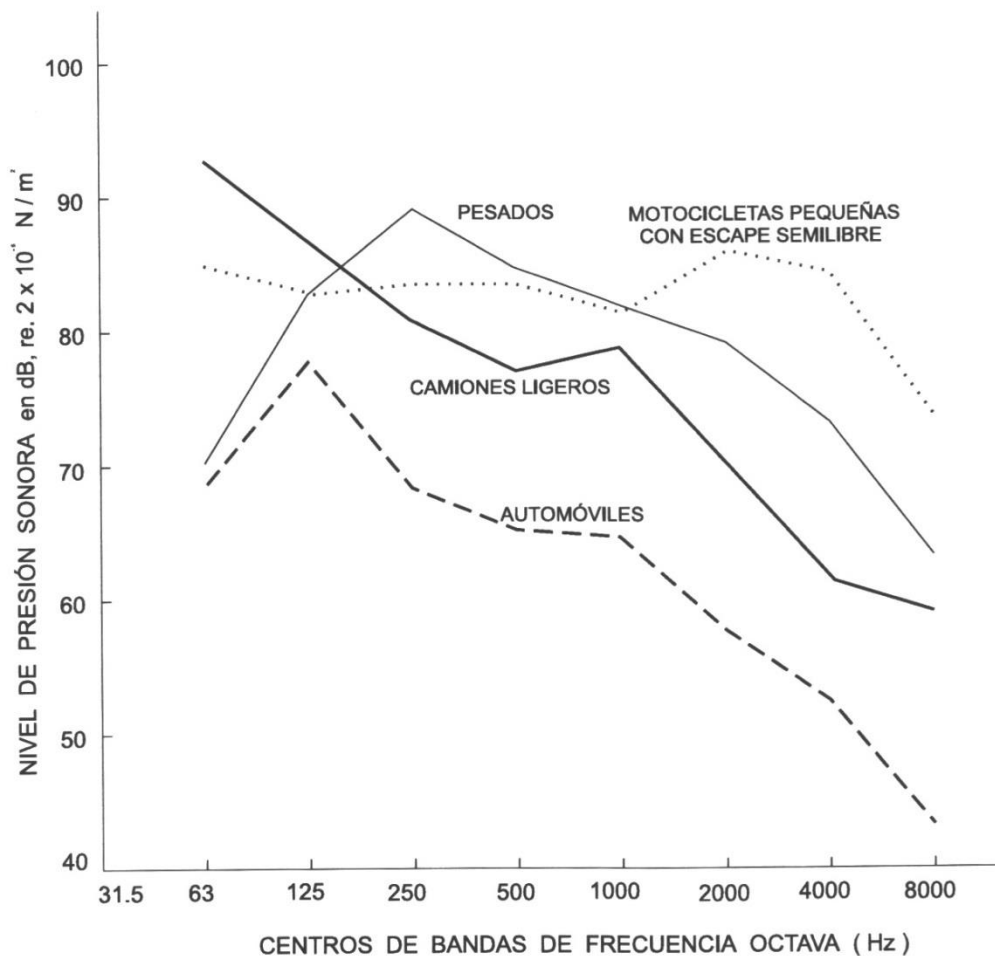
---

<sup>561</sup> RICO ORTEGA, Agustín: *op. cit.* Cap.6.

- Tráfico aéreo: Es el medio de transporte más ruidoso. El nivel máximo de ruido se alcanza en el despegue. Los aviones de hélice producen ruidos en los que predominan las frecuencias bajas. Por el contrario, en los aviones a reacción predominan las frecuencias altas.
- Ferrocarril: El principal ruido del ferrocarril es el sistema de rueda – rail. El nivel sonoro a 30m. es tá entre 80 – 100 dBA<sup>562</sup> Puede producir vibraciones a los edificios cercanos.
- Actividades de la construcción: La maquinaria empleada produce ruidos continuos fluctuantes que pueden alcanzar valores superiores a los 90 dBA.
- Actividades industriales: Son ruidos muy variados en ocurrencia, espectro sonoro y en niveles.
- Actividades urbanas: Ruidos aleatorios e intermitentes de niveles variados. Localizadas en comercios, patios de colegios, en la calle durante el proceso de reparto de mercancías, recogida de basuras, etcétera.
- Agentes atmosféricos: Lluvia, granizo sobre tejados, viento, etcétera.

---

<sup>562</sup> dBA se refiere al decibelio ponderado. El ser humano no percibe por igual todas las frecuencias, por eso se ponderan determinadas frecuencias (mediante las curvas isofónicas) para que se parezca más a la realidad auditiva. La medición se efectúa con un filtro previo que elimina una parte de las bajas y las muy altas frecuencias. Así, después de medir se filtra el sonido para dejar sólo las frecuencias más dañinas para el oído, razón por la que es un buen indicador del riesgo auditivo y vital. Hay más unidades ponderadas, como dBC, dBD, adecuadas para medir la reacción del oído ante distintos niveles de sonoridad.



**Ilust. 72:** Nivel de presión sonora de ruidos de la ciudad (A. Rico).

#### *Fuentes internas*

- Pasos y pisadas que se transmiten principalmente por los elementos constructivos y cuyas características espectrales dependen de los materiales que entran en contacto y que pueden alcanzar los 55 dBA.
- Conversaciones: tiene valores desde 45 – 55 dBA de la voz baja hasta los 90 – 100 dBA de los gritos. El rango de frecuencias está comprendido entre los 200 y los 4.000 Hz. Las frecuencias situadas entre los 1.000 y 4.000 Hz son las que contribuyen a la inteligibilidad de la palabra y con las que hay que tener mayor cuidado para preservar la intimidad.
- Instrumentos musicales: Producen niveles entre 90 y 100 dBA.

- Ruidos domésticos: desde el arrastre de muebles, persianas que pueden generar hasta 65 dBA aprox., hasta los animales de compañía que pueden llegar a los 80 dBA.
- Fontanería y salubridad: Las principales fuentes de ruido son las canalizaciones de agua, grifos, mal acondicionamiento acústico de bajantes y llenado y vaciado de aparatos sanitarios que pueden alcanzar niveles de hasta 75 dBA. Las bombas hidráulicas son una importante fuente de ruido llegando a los 90 dBA. Los pistones hidráulicos de los conductos de basuras domésticas que pueden alcanzar los 90 dBA.
- Calefacción: Los quemadores, calderas y bombas de circulación con niveles entre 70 – 90 dBA. Los radiadores transmiten los ruidos que llegan de las tuberías.
- Climatización: Por los conductos de ventilación se transmiten infinidad de ruidos de los ventiladores de impulsión y extracción.
- Electricidad: Ya se ha hablado de la electricidad y los ruidos que aporta al paisaje sonoro a través de centros de transformación, reactancias y fluorescentes (60 dBA), relés de conmutación con ruidos impulsivos que pueden llegar a los 75 dBA, etcétera.
- Ascensores: Son ruidos intermitentes. Los motores y poleas de la sala de máquinas son especialmente ruidosos que pueden llegar a picos de 80 dBA en arranques y paradas.

#### 8.6.1. El caso de las sirenas<sup>563</sup>

Nunca he oído a nadie decir: “El ruido de las sirenas nos alerta...” siempre que no se hable en un contexto poético en el que se quiera destacar lo “desagradable” de ese sonido.<sup>564</sup> La razón es muy sencilla, el sonido de una sirena, por muy molesto que sea, tiene un contenido informativo muy importante y, por lo tanto, está transmitiendo una información de mucha utilidad. Las sirenas suelen ser unitonales o bitonales.

---

<sup>563</sup> Información extraída de la página web: [www.airraidsirens.com], consultada en agosto de 2012. Están basadas sobre las sirenas no electrónicas de E.E.U.U.

<sup>564</sup> Aunque la definición de Wikipedia de *Siren (noisemaker)* es: *A siren is a loud noise making device.*



El sonido de una sirena bitonal, consta de tres partes: Un *glissando* ascendente hasta que el motor alcanza su velocidad de funcionamiento, el mantenimiento de la velocidad de rotación y la desconexión que provoca un *glissando* descendente de las dos notas por la pérdida de velocidad. Este proceso hace muy característico el sonido de las sirenas. El intervalo de las dos notas nunca varía durante este proceso, pero sí la afinación. Durante el tiempo en el que se mantiene el sonido se puede oír un intervalo musical perfectamente afinado. Los intervalos utilizados en las sirenas son los siguientes:<sup>565</sup>

Relación	Intervalo	Ejemplos de Modelos
2/1	Octava	Sentry 10v2T, 15v2T, 20v2T y Sterling M series bitonal (16/8)
3/2	Quinta	ACA Cyclone (12/8), Sentry 40v2T (15/10)
4/3	Cuarta	Model 5T, SD-10, Allertor (Todas 12/9)
5/4	Tercera Mayor	Bitonal Modelo 2 (5/4)
6/5	Tercera Menor	2T22/3T22 y WWII Carters (12/10) Thunderbolt 1000T/1003 (6/5)
9/8	Segunda Mayor	Federal 76, 77, 78 cuerpo de bomberos (todas 9/8)

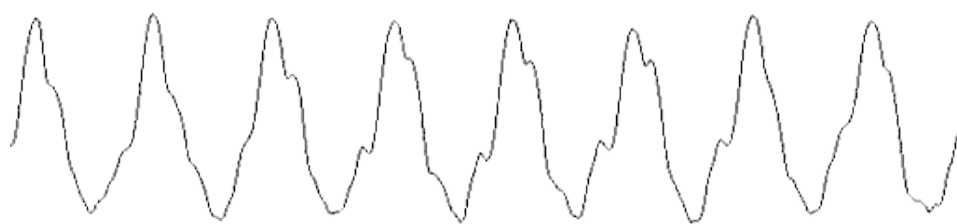
**Tab. 17:** Clasificación de sirenas por intervalos.

Aquí se puede apreciar el uso extra musical de los intervalos basándose en la teoría musical puesto que se puede observar que los intervalos más consonantes se utilizan para las sirenas más potentes y, además, que se excluyen los intervalos de

<sup>565</sup> Las proporciones que se muestran corresponden a intervalos puros, no temperados.

Segunda menor y Séptima mayor que resultarían, a esa potencia, especialmente desagradables.<sup>566</sup>

La forma de cortar el aire de las sirenas produce una forma de onda casi triangular que es rica en ambos armónicos, pares e impares. Los armónicos primeros son especialmente fuertes. Las sirenas unitonales suenan alrededor de los 580 Hz puesto que utilizan el espectro armónico que mejor oye el ser humano.



**Ilust. 73.** Forma de onda casi triangular de las sirenas.

Hay quien encuentra muy musical el sonido de las sirenas, pero, sin entrar a juzgar la musicalidad de estos sonidos, se debe entender que el fin que tienen es informar de una alerta al mayor número de personas posible a la vez, utilizando un medio de transmisión que no se pueda interrumpir, como es el aire, y con una potencia que puede llegar a los 135 dB. No extraña tanta potencia con motores que pueden superar, en algunos casos, las 7.000 r.p.m.<sup>567</sup> Por eso, el sonido de las sirenas transmite una sensación de inquietud asociada a un peligro para el ser humano: Ataques de guerra, accidentes, prevención de peligros y de desastres naturales o defensa civil en general.

Quizá este tipo de evocación fue lo que llevó a Edgard Varèse a utilizarlas en su obra *Ionisation* (1929), de la misma forma que otros compositores de épocas pasadas utilizaron varios instrumentos concretos para evocar ciertas situaciones o paisajes.

Las directrices que deben cumplir las sirenas de vehículos de emergencias también vienen especificadas en la ley. Están redactadas en base a la altura y la

---

<sup>566</sup> Ver 3.9. Intensidad de las disonancias. p.173.

<sup>567</sup> Revoluciones por minuto.

intensidad del sonido, que son los factores principales que convierten un sonido en molesto y/o perjudicial:

*La intensidad sonora podrá alcanzar, en aplicación extraurbana, los 95 decibelios medidos a 30 metros por delante del vehículo, y los 90 decibelios medidos a 30 metros y a 45 grados del eje longitudinal del vehículo y a ambos lados. Se establece, a fin de reducir en lo posible la agresión al medio ambiente en aplicación intraurbana, un límite de intensidad sonora de 100 dB para el día y de 70 dB para la noche, medidos a 2 metros de distancia del generador electroacústico o altavoz.*

Después añade:

*(...) se recomienda utilizar un sonido de tipo bitonal de frecuencias comprendidas entre 650 y 850 Hz para la marcha ordinaria, y de tipo multitonal de modulado rápido con frecuencias comprendidas entre 750 y 1.350 Hz para las intersecciones o lugares peligrosos.<sup>568</sup>*

Lo mismo que se ha mencionado sobre las sirenas, se podría aplicar a las bocinas.

### **8.6.2. Las campanas**

Ya se ha estudiado el particular funcionamiento armónico de las campanas. Han sido un importantísimo símbolo durante siglos y han condicionado notablemente el paisaje sonoro de los pueblos en gran parte del mundo. Hoy en día, su cometido ha sido relegado a un segundo plano ya que el ruido de las ciudades no les permite, en muchas ocasiones, cumplir su labor.

*En el siglo XX la campana pasa de ser un objeto sonoro y simbólico a una máquina de hacer ruido. También disminuye la significación de sus textos e incluso la calidad de la fundición. Las campanas afinadas se utilizan para producir melodías. En el Sur de Europa (y también en el Norte) los toques se basan más en los ritmos, para comunicar, mientras que en Europa Central los toques se basan en la melodía, para producir música. El campanario es un instrumento musical comunitario, que conforma*

---

<sup>568</sup> “Condiciones que deben reunir los vehículos de transporte sanitario de Cruz Roja Española” En: Cruz Roja Española [http://www.cruzroja.es], Versión 4.0. Madrid. 1998.

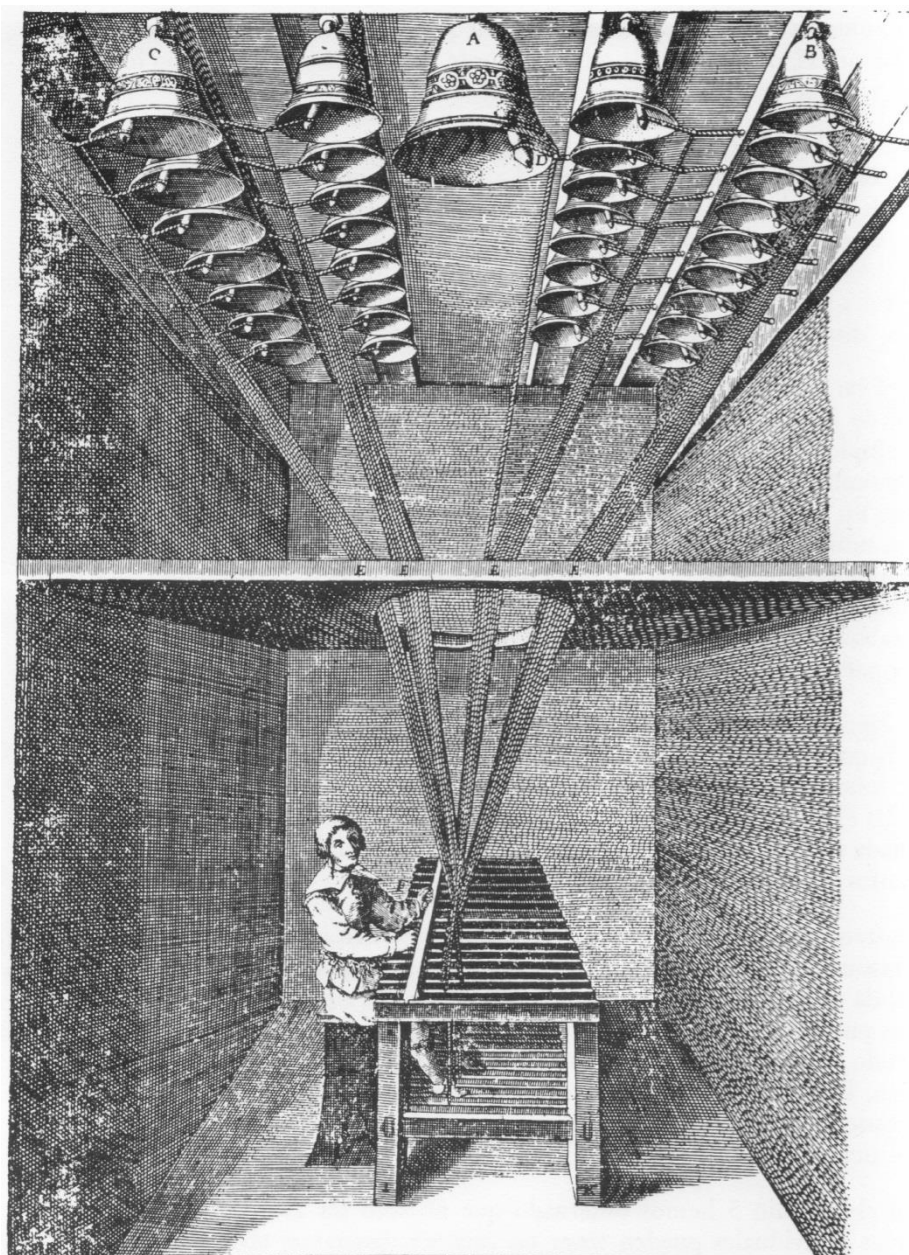
*y determina no sólo la sonoridad sino también la manera de tocar las campanas. La forma del inmueble, cerrado o abierto, la ubicación de las campanas, los accesorios, los toques contruidos a lo largo de los siglos, todo forma parte de un conjunto, a menudo único, y de gran complejidad patrimonial y sonora. Los campanarios valencianos, por ejemplo, son torres cuadradas con las campanas mayores dispuestas en las ventanas, y las pequeñas en el interior. De este modo se reparten los diversos sonidos hacia el exterior. Las campanas pequeñas, más agudas, se colocan en el interior, cercanas a una bóveda que tiene como misión sacar afuera las notas que por su tono se extienden en línea recta. La caja de resonancia de las campanas mayores, más graves, está constituida por los antepechos de los vanos, que no tienen la función de quitamiedos para los campaneros, sino para mejorar y prolongar las notas más graves, que se extienden en todas direcciones.*<sup>569</sup>

En los campanarios había, normalmente, varios tipos de campanas colocadas según su tamaño y cada una tenía un cometido especial. Los toques se hacían utilizándolas a solo o con combinaciones. El número de toques, la combinación de campanas y el tiempo que sonaban, han variado a lo largo de los siglos y también dependen de las regiones ya que se daba todo tipo de información con ellas. Así tenemos: Toques de oración, toque de difuntos (normalmente doblando las campanas donde se informaba si era hombre, mujer, niño e, incluso, la condición social del difunto), toque de tormenta, de fuego o de rebato para señalar un peligro, toque de queda, de comienzo y final de jornada, etcétera, había incluso momentos en que las campanas tenían que callar como en Semana Santa.

En los países del norte de Europa como Alemania y Holanda todavía hoy es típico que en los campanarios haya también un campanólogo o carrillón con una persona especializada para tocarlo en momentos concretos del día.

---

<sup>569</sup> Extraído de la página web [www.campaners.com], consultada en diciembre de 2016.



**Ilust. 74:** Carrillón de la iglesia de Notre – Dame (Amberes).

## 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva

Sloboda habla de nuestra capacidad perceptiva en obras largas y explica que, aunque se pueda ser capaz de prestar atención a la totalidad de una obra y al desarrollo de las ideas, pueden quedar pocos trazos recuperables al final de cada escucha. Hasta ahora los estudios realizados sobre la percepción musical se han realizado con ejemplos de muy corta duración<sup>570</sup> lo cual deja fuera la mayor parte de las obras compuestas.

*En secuencias muy cortas pueden apreciarse refinadas diferencias (...), pero pueden ser completamente irrecuperables en las largas.*<sup>571</sup>

La capacidad del cerebro para procesar la información sonora es limitada, ya que permite pasar sólo una parte significativa de la experiencia sensorial en procesos que se dan simultáneamente. Así, por ejemplo, una persona que oye dos mensajes simultáneos, si presta atención a uno de ellos, no puede captar prácticamente nada del otro, de tal forma que en un proceso polifónico, si se sigue una voz, el resto pasan inadvertidas, y, aunque repitieran constantemente patrones iguales, no se daría cuenta. El problema no está tanto en la capacidad para percibir, sino en la capacidad para someter al mismo análisis todas las voces. Pero esta situación sólo se da si se utilizan los mismos canales cognitivos en el proceso de la información. Aun así, esto no quiere decir que nunca se pueda escuchar una obra contrapuntística en su totalidad, ya que las voces nunca son completamente independientes sino que, en el entramado polifónico, las voces tienen unas obligaciones melódicas y armónicas, unas con otras, que el compositor aúna con cuidado, con la particularidad común de que la tonalidad es la misma para todas las partes.

Cuando se escucha más de una vez una obra, la atención no se centra siempre en los mismos sucesos. Dice Arnold Schoenberg:

*Según mi larga experiencia, la impresión de una pieza cambia considerablemente cuando se la oye más a menudo.*<sup>572</sup>

---

<sup>570</sup> Entre dos y veintidós notas.

<sup>571</sup> SLOBODA, John A.: *op. cit.*

<sup>572</sup> Carta escrita el 17 de mayo de 1945 a Roy Harris. SCHOENBERG, Arnold: *op. cit.*

Esto quiere decir que la escucha de una obra varias veces permite descubrir nuevas relaciones entre los elementos de una obra musical permitiendo apreciar similitudes armónicas profundas o temáticas entre los segmentos en contraposición a características superficiales como la velocidad, tesitura o timbre. Se puede decir, entonces, que nunca se escucha de la misma forma.

En este proceso del que se habla se obvia muchas veces el componente del entorno, o qué factores influyen en la veracidad de lo que realmente llega al cerebro de esa información. El cerebro es capaz de separar los sonidos generados en nuestro entorno agrupándolos por características comunes:

*Los mecanismos de agrupación de la Gestalt<sup>573</sup> subrayan nuestra habilidad de ‘analizar’ el ambiente acústico sin ningún esfuerzo.<sup>574</sup>*

Prueba de estos mecanismos de agrupación es la capacidad de crear percepciones ilusorias inexistentes al escuchar dos secuencias diferentes de sonidos independientes, una por el oído izquierdo y otro por el derecho.<sup>575</sup>



Secuencia reproducida en cada oído

Percepción del cerebro de lo escuchado

**Ilust. 75:** Percepción de las notas de la escala (J. A. Sloboda).

<sup>573</sup> La psicología de la Gestalt es una corriente de la psicología moderna, surgida en Alemania a principios del siglo XX. La mente configura, a través de ciertas leyes, los elementos que llegan a ella a través de los canales sensoriales (percepción) o de la memoria (pensamiento, inteligencia y resolución de problemas). En nuestra experiencia del medio ambiente, esta configuración tiene un carácter primario sobre los elementos que la conforman, y la suma de estos últimos por sí solos no podría llevarnos, por tanto, a la comprensión del funcionamiento mental. Este planteamiento se ilustra con el axioma: *El todo es mayor que la suma de sus partes*, con el cual se ha identificado con mayor frecuencia a esta escuela psicológica.

<sup>574</sup> SLOBODA, John A.: *op. cit.*

<sup>575</sup> *Ibíd.* p.228. Las letras R y L hacen referencia al oído Derecho e Izquierdo respectivamente.

Los oyentes escuchan el estímulo de dos escalas y no de dos frases angulosas. No obstante, existe la propensión de las personas instruidas musicalmente a buscar este tipo de patrones musicales en secuencias de sonidos.

Sloboda continúa:

*Miller and Heise (1950) presentan a los oyentes una secuencia que contiene dos notas que se alternan en una relación de diez por segundo (...) esto significa que intervalos de una segunda menor o mayor producen percepciones fusionadas que corresponden a trinos musicales.*

Añade que esta sensación se produce incluso en movimientos lentos. También se podría incluir en este tipo de percepción el *vibrato* puesto que posee características similares.

*De acuerdo con Meyer (1973), una de las funciones de una línea melódica es crear implicaciones para eventos futuros. (...) Las implicaciones son inherentes a la melodía misma, por virtud de su estructura; un oyente puede captar o no tales implicaciones y utilizarlas para crearse expectativas en una escucha dada.*

El cerebro es capaz y tiende a anticipar patrones, resoluciones y finales de una obra musical. El ejemplo se puede ver en las progresiones utilizadas por Antonio Vivaldi en cualquiera de sus conciertos, que conducen, de forma muy natural, al oído por diversos acordes y tonalidades sin que se cree una sensación de ruptura o de modulación abrupta. Por lo tanto, esas implicaciones de la línea melódica también crean unas relaciones que favorecen, entre otras cosas, la memorización.

Se ha hablado de la capacidad del cerebro para analizar su entorno y para crear, a partir de un material, la ilusión de una percepción diferente a la real. Además, también se ha observado la capacidad de crear un *filtro* que le permite separar los mensajes simplemente con la atención. Ahora se puede ver la capacidad del cerebro para eliminar percepciones no deseadas. Sirva como ejemplo la experiencia personal. Preparando un curso sobre la voz en la ópera, debía seleccionar un fragmento de una ópera en varias versiones diferentes para proceder a su comparación. La comparación era exclusivamente entre cantantes y puesta en escena para ver las diferencias interpretativas de cada versión. Apparentemente este curso no tiene nada que ver con el



objeto de estudio, pero ocurrió lo siguiente: Utilicé como audición la primera escena en vídeo del primer acto de la ópera *Così fan tutte* de W. A. Mozart en la versión en directo de 1992 dirigida por John Elliot Gardiner publicada en Deutsche Gramophon. Después de verla, escribí sobre lo que iba a trabajar con ella y, una hora más tarde me dispuse a oír la siguiente grabación en la misma situación y con el mismo equipo, pero, por error, introduje un CD con la extracción del audio del vídeo anterior que había hecho meses antes. El resultado fue que, mientras lo oía, pensaba que alguna o todas las voces eran las mismas, pero en ningún momento pensé que fuera la misma versión. La razón era muy sencilla, esta versión estaba llena de ruidos.

Los ruidos que ahora era consciente de escuchar eran los típicos de un escenario de suelo de madera hueco que hacía que sonasen especialmente los pasos y saltos, esto sumado a los roces de la tela de los trajes de época y el sonido del atrezzo completaban un gran abanico de ruidos que sonaban continuamente como ambiente de fondo de las voces y la orquesta.

En esta experiencia *acusmática*, si se analiza lo que suena realmente en la grabación se observan varios planos de sonidos: Las voces y la orquesta, el ruido de escenario, ruido del público y el soplo generado por la sala. El único sonido que tiene la información que interesa es el primero, el resto son interferencias, por lo tanto, el cerebro, no el oído, filtra el resto de sonidos que poseen poca o ninguna información adicional.

Al ver la imagen y las situaciones en las que se genera ese ruido, el cerebro percibe esa información por el órgano de la vista lo que hace que todos esos ruidos tengan una justificación dentro de la escena y por lo tanto no sean percibidos de forma tan directa como lo son los que no vemos, pasando a un segundo plano incluso aun cuando el nivel de dB es elevado o está a la altura del resto de sonidos. Es decir, el cerebro discrimina los sonidos que no aportan información y no les presta la misma atención. Como se ha hablado antes, sobre los sonidos que se suman a la música,<sup>576</sup> según Chion, hablando de las grabaciones en el plano de la percepción:

*Existe igualmente una parte de ruido propia de la ejecución con una flauta travesera (triquitruque de las llaves), con un violín (raspado) y, por supuesto, con una guitarra clásica 'acústica', pero el oyente occidental se acostumbra a 'escotomizarla'*

---

<sup>576</sup> Ver 6.5.4. Ruido en el uso de los instrumentos. p.307.

*mentalmente, (...) las grabaciones de músicas llamadas tradicionales están con frecuencia hechas por y para gentes que encuentran un encanto en esos ruidos y que se las ingenian para conservarlos, cuando no los destacan incluso mediante la toma de sonido.*<sup>577</sup>

Esta experiencia completa en cierta forma a lo que se ha llamado anteriormente efecto *máscara* o de *enmascaramiento* en el que la percepción de varios sonidos, simultáneos y separados en el espacio, impide poder seguir un sonido en concreto o excluir el otro del campo auditivo, aunque depende directamente de la diferencia de intensidad de los sonidos. Hay que recordar que un tono sólo puede enmascarar a otro que tenga una frecuencia mayor que la del primero. El enmascaramiento puede tener, a veces, consecuencias positivas cuando tapa sonidos indeseables. Esto ocurre, por ejemplo, cuando los sonidos continuos de fondo del tráfico y los de la calle de la ciudad cubren los sonidos que se producen dentro de la casa. Por la noche se percibirán estos sonidos domésticos con toda intensidad.<sup>578</sup> Según esto, en determinadas condiciones no se tendría la capacidad de distinguir determinado tipo de sonidos dando por hecho que no existen.

Otro caso interesante y relacionado con lo anterior es el llamado Efecto *Fiesta de Cóctel*.<sup>579</sup> Este efecto fue definido por primera vez por Colin Cherry en 1953. Es la capacidad de focalizar la atención auditiva en un estímulo o sonido particular mientras se filtra un rango mayor de sonidos, del mismo modo que una persona puede concentrarse en una sola conversación en medio de una sala ruidosa. Este efecto se presenta a todas las edades y permite a la mayoría de las personas sintonizar una sola voz e ignorar el resto. Este efecto también funciona cuando se detectan palabras relevantes o tabú, como puede ser el nombre propio, en otra conversación a la que no se presta atención.<sup>580</sup>

---

<sup>577</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.227.

<sup>578</sup> RICO ORTEGA, Agustín: *Protección frente al ruido. Tomo I: Fundamentos*. España. Tórculo Edicións. 2008. pp.98 y 99.

<sup>579</sup> Cfr. [[https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_de\\_fiesta\\_de\\_c%C3%B3ctel](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_de_fiesta_de_c%C3%B3ctel)], consultada en agosto de 2016.

<sup>580</sup> BRONKHORST, Adelbert W.: "The Cocktail Party Phenomenon: A Review on Speech Intelligibility in

Multiple – Talker Conditions". *Acta Acustica united with Acustica* 86: 117 – 128. 2000. Consultado en abril de 2011.

Al estar relacionado con la localización de las fuentes de sonido es necesario que haya un procesamiento binaural. Colin Cherry desarrolló el test del ensombrecimiento mediante la escucha dicótica para estudiar cómo las personas prestan atención selectiva a un solo mensaje en medio de otras voces y sonidos. Cherry descubrió que los participantes eran capaces de detectar su nombre en el canal al que no prestaban atención, el canal que no sombreaban. En 1959, Neville Moray, en investigaciones posteriores con el mismo test, logró concluir que casi ninguno de los mensajes ignorados era capaz de penetrar el filtro de atención, a excepción de los mensajes subjetivamente importantes.<sup>581</sup>

La voz tiene una intensidad variable entre los 30 y 70 dB. En referencia a esto dice Colin Cherry:

*Sólo la motivación permite oír una señal cuyo volumen es al menos inferior en 3 decibelios al volumen medio; el interés se dirige por tanto desde el sistema nervioso central mediante un proceso centrípeto que permite, por intimación o correlación, extraer del ruido ciertas señales preferentemente.*<sup>582</sup>

Pero tiene efectos perjudiciales físicos como el cansancio auditivo y la obligación de utilizar una intensidad vocal alta, y psicológicos como la inseguridad.<sup>583</sup>

Por otro lado, la *percepción restaurada*, como lo llama Michel Chion, es un sistema de compensación que utiliza el oído para completar la información que le falta utilizando como base la memoria de sucesos similares. Se da sobre todo con el lenguaje y la música tonal.

Todos estos ejemplos corresponden a percepciones producidas a partir de sonidos reales que el cerebro ordena de una u otra forma o filtra directamente, pero quizá, la forma más sorprendente de cómo trabaja el cerebro se puede apreciar en el siguiente ejemplo. Si se quisiera hacer sonar en el órgano una nota fuera del registro grave del pedalier, por ejemplo un sib por debajo del primer do del pedalier,<sup>584</sup> sólo

---

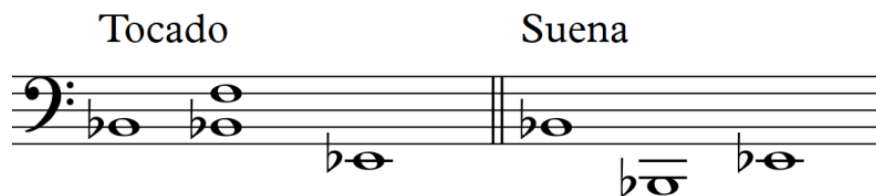
<sup>581</sup> MORAY, Neville: "Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions". En: *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 11 (1): 56 – 60. 1959. ISSN 0033-555X. Consultado en 2011.

<sup>582</sup> CHION, Michel: *op. cit.* p.57.

<sup>583</sup> TOLOSA CABANÍ, Ferran: *op. cit.*

<sup>584</sup> Ningún órgano de tubos o eléctrico litúrgico actual tiene esa nota en el pedalier.

habría que proceder de la siguiente forma para que el cerebro cree la ilusión de estar percibiendo la nota que se busca y que realmente no está sonando:<sup>585</sup>



**Ilust. 76:** Tonos diferenciales.

Este efecto, sólo se produce en instrumentos musicales que pueden mantener el sonido constante, en donde un intervalo formado por dos sonidos produce un tercer sonido más grave. Se conoce como *sonidos diferenciales* o *tonos resultantes*<sup>586</sup> en el que la frecuencia del sonido resultante, es la diferencia entre las frecuencias de los dos sonidos que se emiten realmente.<sup>587</sup> Los diferenciales acústicamente no existen ya que están producidos por la no linealidad de nuestro oído. Así, en el caso anterior, para conseguir esa nota grave que no existe sólo hay que tocar a la vez la octava superior de ese sonido más la quinta creándose la sensación subjetiva de estar oyendo esa nota fundamental una octava más baja. La frecuencia resultante se produce por la diferencia entre las frecuencias de los sonidos generadores. De este modo, por ejemplo, tomando una frecuencia de 300 Hz y una de 200 Hz, la resultante sería otra de 100 Hz.

Respecto de la sensación auditiva producida, Goldáraz Gaínza dice:

*Se cree que es un efecto subjetivo debido a la presencia de resonancia no lineal en el oído. Junto a los tonos adicionales hacen los 'tonos de combinación' (...) A pesar de su no existencia objetiva, es un fenómeno que tiene su importancia en el color tonal aportado por los intervalos justos.*<sup>588</sup>

<sup>585</sup> Este efecto se percibe con más claridad cuanto más simple sea la forma de onda de los sonidos. En el órgano se utiliza fundamentalmente con los registros flautados o de fondo.

<sup>586</sup> Goldáraz Gaínza los llama también *Tonos de combinación*.

<sup>587</sup> De la misma forma que se producen las pulsaciones, con la diferencia de que en las pulsaciones las distancias son pequeñas.

<sup>588</sup> GOLADÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *op. cit.*

Chion habla de que el oído es capaz de reconocer sonidos reales que físicamente no existen a través de sus armónicos que es lo que él llama sonidos residuales. Esto ocurre porque el oído no oye una mera sucesión de vibraciones sino un conjunto de información sonora. Para Chion la ilusión acústica no existe pero hay que tener en cuenta que, de alguna manera, estos tonos diferenciales son una prueba de ello.<sup>589</sup>

Se atribuye a Giuseppe Tartini (1692 – 1770) el descubrimiento en 1714 de este fenómeno.<sup>590</sup> Para él y sus seguidores se trata de un sonido objetivo real y le dan gran importancia, gozando de un amplio consenso, mostrándose como alternativa a las teorías de Rameau:

*Un violinista que toque equilibradamente, con arcada fuerte y sostenida los siguientes intervalos perfectamente afinados. Se escuchará un tercer sonido perfectamente distinguible (...). Lo mismo pasará si fueran tocados dichos intervalos por dos violinistas distanciados cinco o seis pasos tocando cada uno su nota en el mismo tiempo, y siempre con arcada fuerte y sostenida. El oyente situado en el medio de los dos violinistas escuchará mucho mejor este tercer tono que cerca de alguno de los intérpretes. (...) La propiedad física universal es el tercer sonido inseparable del sistema del cual es raíz armónica.*<sup>591</sup>

Las teorías de Tartini refuerzan el concepto de bajo fundamental de Rameau ya que el tercer sonido generado habitualmente refuerza la nota que identificó como bajo fundamental.<sup>592</sup>

Los sonidos del pedalier de 16' y 32'<sup>593</sup> de algunos órganos están contruidos de esta manera, generalmente por falta de espacio para colocar tubos tan altos. Hay que añadir que, en este efecto, depende también del timbre del instrumento el que se oiga con claridad la nota grave. Normalmente se utiliza con sonidos *flautados* o de *fondo* que tienen formas de onda más simples que el resto de registros con lo que producen menos confusión de armónicos y se puede percibir mejor la nota grave.

---

<sup>589</sup> CHION, Michel: *op. cit.*

<sup>590</sup> Para Goldáraz Gaínza el primer descubridor de este efecto fue G. A. Sorge.

<sup>591</sup> TARTINI, Guiseppe: *Trattato di musica. Secondo la vera scienza dell' armonía*. Padova. 1754. Facsímil. Capítulo Primo. pp.10 – 19 y 61. Ver en Anexos el capítulo primero.

<sup>592</sup> De Guiseppe Tartini se puede consultar el *Trattato di musica. Secondo la vera scienza dell' armonia* publicado en 1754, así como *De' principi dell'armonia musicale contenuta nel diatonico genere* publicado en 1767 en: [[https://openlibrary.org/search?subject\\_facet=Music&q=Tartini](https://openlibrary.org/search?subject_facet=Music&q=Tartini)].

<sup>593</sup> Una nota tocada en un registro de 16 pies sonará una octava por debajo de lo escrito, en uno de 32 pies sonará dos octavas por debajo.

Es interesante la experiencia de John R. Pierce con un programa informático que podía eliminar la frecuencia fundamental:

*Yo oía aparecer y desaparecer esta frecuencia fundamental pero la altura del sonido no variaba. En cierta manera, mi oído definía la altura correcta a partir de los armónicos, separados entre sí por la frecuencia  $f_0$  del fundamental.*<sup>594</sup>

Hablando de la información que “completa” el cerebro sobre la sensación de los sonidos en los intervalos, escribe Calés Otero sobre el deber de evitar el intervalo de Sexta para evitar la evocación auditiva o sensación de un acorde en segunda inversión:

*Dos sonidos no bastan para integrar un acorde; a dos voces, por tanto, no podemos hablar de ellos, sino de puras relaciones interválicas. Pero el mero intervalo simultáneo formado por la concurrencia de ambas voces tiene, innegablemente, una capacidad de expresión armónica, y puede y debe sugerir de manera precisa –y hasta inequívoca– la presencia virtual de tal o cual acorde determinado. Supuesta la capacidad de evocación armónica del simple intervalo y habida cuenta de la prescripción prohibitiva que en contrapunto severo pesa sobre los acordes de 4ª y 6ª, toda relación interválica de 6ª que evoque la impresión de una segunda inversión deberá ser cuidadosamente evitada.*<sup>595</sup>

También lo expone en los mismos términos Torre Bertucci:

*(...) por consiguiente también deben evitarse en general las combinaciones que produzcan, aun por sensación, el acorde de 4ª y 6ª.*<sup>596</sup>

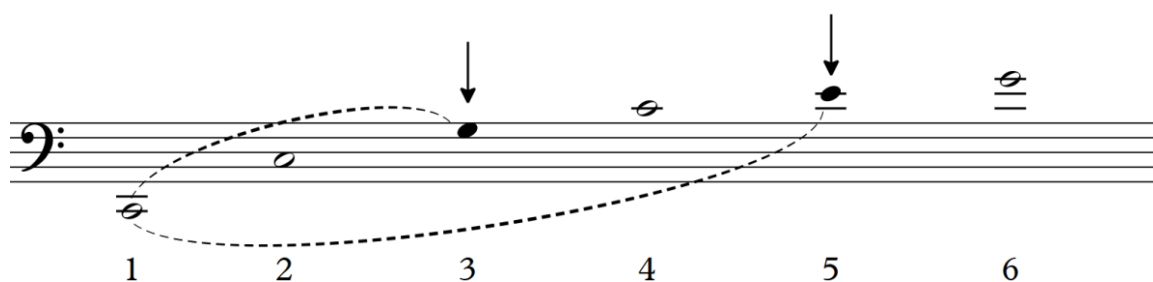
La pregunta es, ¿por qué con el intervalo de Sexta mayor aislado el oído percibe antes como fundamental del acorde una nota que no suena en vez de tomar como fundamental una de las notas que suenan? La razón es que el oído tiende a percibir antes un acorde mayor que uno menor por la colocación de los armónicos ya que la Sexta mayor se produce entre el armónico 3 y el 5 siendo la fundamental el 1 y el 2. El tono diferencial produce el armónico 2 en este caso.

---

<sup>594</sup> PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985. p.88.

<sup>595</sup> CALÉS OTERO, Francisco: *Apuntes para un curso de contrapunto severo*. Madrid. Real Conservatorio Superior de Música. 1957.

<sup>596</sup> TORRE BERTUCCI, José: *op. cit.*



**Ilust. 77:** Fenómeno físico – armónico.

Hay que añadir que esta impresión se produce más claramente cuando la nota fundamental del acorde en segunda inversión se ha oído justo en el acorde anterior, entonces para el oído ya no habrá dudas.

Un efecto similar se puede ver cuando se escucha por primera vez el primer movimiento de la *Novena Sinfonía* (1824) de Ludwig van Beethoven op.125. La indefinición modal creada por la cuerda al principio del movimiento, utilizando la Quinta hueca (la – mi), sin la tercera (do), da la sensación de estar en modo mayor (do#).

Allegro ma non troppo, un poco maestoso. (♩ = 88)

Flauti 1, 2

Oboe 1, 2

Clarineti 1, 2  
in B $\flat$

Fagotto 1, 2

Corni 1, 2  
in D

Corno 3, 4  
in B $\flat$  (basso)

Trombe 1, 2  
in D

Timpani  
in D, A

Violino I

Violino II

Viola

Violoncello

Contrabasso

**Part. 51:** 1ª movt. de la Novena Sinfonía op. 125 (1824) de L. van Beethoven.

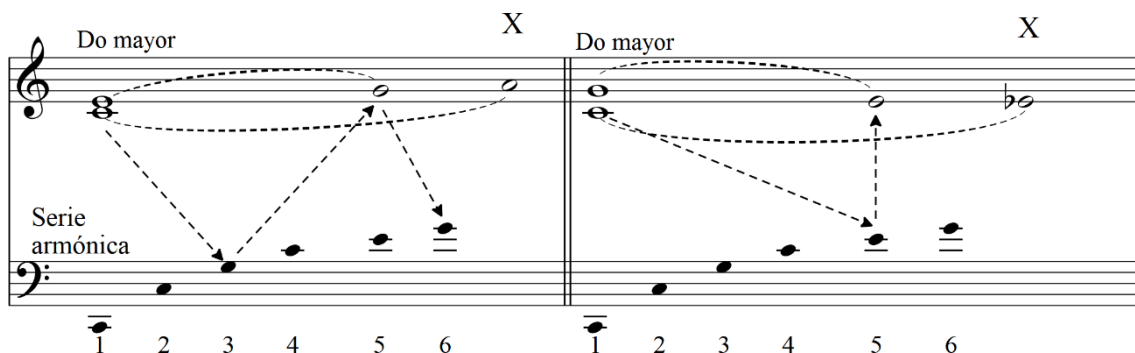
La razón también se puede encontrar en la serie de armónicos puesto que un intervalo de Quinta, evocará mucho antes la sensación de un acorde mayor que uno menor al estar mucho más próximo en la secuencia de armónicos la Tercera mayor que la menor. En el compás 17 la nota la se establecerá como dominante al arpeggiar el acorde de Re menor apareciendo tres compases después el do $\sharp$ .<sup>597</sup> Beethoven quería

<sup>597</sup> Partitura extraída de [http://www.musedata.org/beethoven/sym-9]. Center for Computer Assisted Research in the Humanities (2009) a través de [www.imsip.org]. Consultado en Noviembre de 2016.



crear esa ambigüedad, ya que el oído, el acorde de La lo toma como tónica cuando va a ser dominante del tono fundamental Re menor.

Debido a este efecto, en un acorde aislado no es necesario que aparezcan todas las notas que lo componen para que su condición armónica quede asentada y clara, así tenemos:



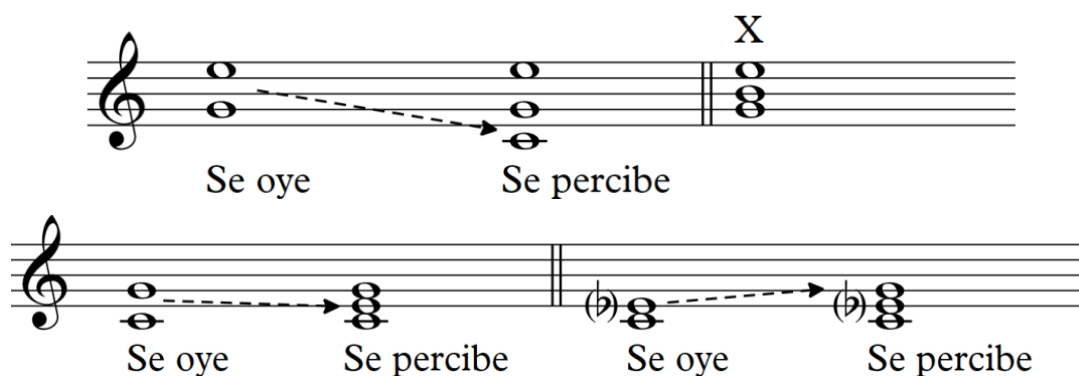
**Ilust. 78:** Percepción de acordes en la serie armónica.

Se puede pensar que existe alguna ambigüedad armónica de Do mayor con La menor en el primer caso puesto que comparten los dos acordes las notas do y mi, o entre Do mayor y Do menor en el segundo por los mismos motivos. En los dos casos el acorde es Do mayor por tres razones:

1. El oído tiende a tomar como nota fundamental la nota más grave que percibe.
2. En la serie de armónicos que genera la nota más grave, es mucho más cercana para el oído el sol en el primer caso y el mi natural en el segundo.
3. Los sonidos diferenciales resultantes dan como resultado la nota sol en el primer caso y do en el segundo.

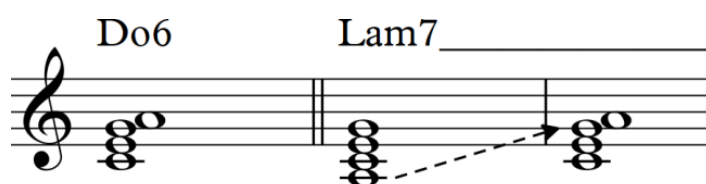
En el primer caso nunca se entenderá un acorde de La menor a no ser que el la haya aparecido en el acorde anterior con la función de nota fundamental. Y en el segundo caso nunca se entenderá un acorde de Do menor si en el acorde anterior no ha aparecido el Mi bemol. Cuando el acorde pertenece a una secuencia de acordes es más fácil para nuestro oído entender las armonías incompletas por contexto.

En resumen,



**Ilust. 79:** Percepción de la Quinta y de la Tercera en acordes.

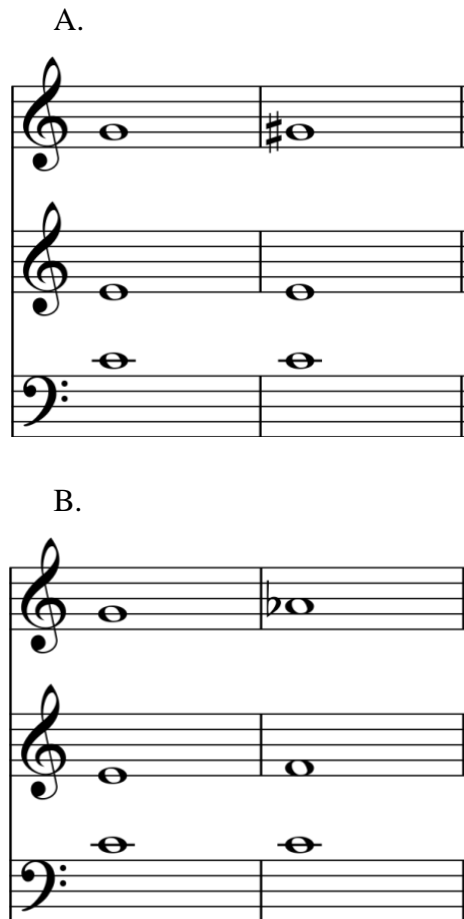
Otro ejemplo es el acorde con Sexta añadida que se utiliza desde J. Ph. Rameau. Es un acorde que, por su construcción puede dar lugar a ambigüedad puesto que puede sugerir una primera inversión de un acorde de Séptima montado sobre una fundamental una Tercera más baja. Pues bien, sólo da lugar a esta ambigüedad cuando es por cambio de posición, esto es, que se haya oído en el bajo antes esa fundamental y después haga salto de Tercera a la primera inversión. Si no es el caso, sonará siempre como un acorde con Sexta añadida, aunque esa nota haya sonado en el acorde anterior, dada la fuerza armónica que tiene el intervalo de Quinta estableciéndose su nota más baja como fundamental del acorde.



**Ilust. 80:** Percepción del acorde de Sexta añadida y de Séptima.

Todas estas experiencias vienen dadas por la proximidad de los armónicos de la serie que hacen al oído percibir de forma diferente la realidad.

Otro ejemplo es el intervalo de Quinta aumentada, considerado disonante, y su intervalo enarmónico de Sexta menor, considerado consonante. Este intervalo dará una sensación consonante o disonante dependiendo del contexto armónico.



**Ilust. 81:** Percepción Quinta aumentada (A) y Sexta menor (B).

En el ejemplo A se produce y se mantiene el efecto disonante entre el do y el sol# gracias a la nota mi que se mantiene produciendo el mismo acorde aumentado.

En el ejemplo B, el intervalo es el mismo, pero con el cambio del mi al fa desaparece cualquier efecto disonante pasando a ser una secuencia de dos acordes (mayor y menor) diferentes.

Si en los dos casos faltase la voz intermedia, podría inducir a error, y nuestro oído podría optar por dos caminos. Uno, interpretando la nota mi, dándose el primer ejemplo, y dos, interpretando en el primer compás la nota mi y cambiando después esa percepción a mi bemol al oír la nota lab imaginando una tonalidad de Do menor. Depende de muchos factores esta interpretación, pero es más probable la segunda interpretación que la primera, ya que tonalmente es más cercano la secuencia de acordes

del segundo ejemplo que del primero. De esta forma el oído nunca parte de cero y todo depende de lo que se haya oído antes, de la memoria y de lo que se espere oír en ese momento.

El *Bolero* (1928) de Maurice Ravel<sup>598</sup> aporta otro ejemplo del uso de los armónicos. En una de las repeticiones del tema, la celesta y la trompa tocan el tema principal en la tonalidad original (Do mayor), el flautín segundo sobre la tonalidad del armónico tercero (Sol mayor) y el flautín primero sobre la tonalidad del quinto armónico (Mi mayor). El resultado no da la sensación de una politonalidad, sino que esa melodía tiene un brillo especial dado que se está apoyando con otros instrumentos sus armónicos. Este efecto es muy similar al utilizado en los órganos, llamado *mutaciones* en las que se añade otro registro apoyando el tercer armónico ( $2\ 2/3'$ ) o el quinto ( $1\ 3/5'$ ).<sup>599</sup>

---

<sup>598</sup> Compás 149. Ejemplo extraído de la edición DURAND de 1932. En: [www.imslp.org].

<sup>599</sup> Nomenclatura utilizada en los órganos litúrgicos JOHANNUS.

1<sup>re</sup> Fl.

Ptes Fl.

Cl. B.

Bass.

Solo

Corn.

Tamb.

Celesta

Harpe

1<sup>ère</sup> Voca

2<sup>de</sup> Voca

Alto

Violon

C. B.

**Part. 52:** *Bolero* (1928) de M. Ravel.

## 8.8. Aplicaciones prácticas de las variaciones perceptivas en la música. El timbre.

La construcción de instrumentos tiene muy presente todo este tipo de fenómenos para dotar a los instrumentos de un sonido más limpio y rico. Las proporciones y los materiales han ido variando hasta conseguir un resultado óptimo en el rendimiento de cada instrumento y en calidad de sonido. En el piano, el punto de percusión del macillo sobre la cuerda se establece siempre a una distancia del extremo de la cuerda exactamente igual, a  $1/7$  de su longitud vibrante total. De esta manera, se evita o se minimiza la aparición del séptimo armónico que es disonante y contribuye negativamente al timbre del instrumento de acuerdo con la ley de Thomas Young que dice: al excitar una cuerda, pulsándola o golpeándola, en un punto dado, se forma un vientre en el punto de excitación, no pudiéndose formar por lo tanto ningún armónico que tenga un nodo en dicho punto. De esta forma, al eliminar la formación del séptimo armónico se produce un sonido bonito y cálido, eliminando la sensación agria y dura que produce la disonancia entre este armónico y el resto.

Esto quiere decir que el timbre puede variar mucho en función de quién toque un mismo instrumento conviendiéndose en algo muy personal de cada intérprete. Según José Forns, hablando de la ley de Young:

*De acuerdo con esta ley, se puede comprobar la gran variedad de timbres que en un violín pueden obtenerse sólo con que el arco ataque a la cuerda en diferentes puntos. Si se ataca precisamente a la mitad, al sonido que se produce le faltan todos los armónicos pares, que reclaman la formación de un nodo en el centro de la total extensión de la cuerda, y por eso el sonido resulta pobre. Si atacamos en la parte alta, a una distancia equivalente a un cuarto de longitud vibrante, faltan los armónicos 4 y 8, y el sonido también resulta de timbre deficiente. Tocando, en cambio, (...) se ataca la cuerda aproximadamente a un octavo de su longitud; así se forman los primeros seis armónicos, que proporcionan al sonido un timbre lleno, rotundo y pastoso. Aún más cerca del puente, por ejemplo, a la dozava parte de la cuerda, se obtienen los once primeros armónicos y el sonido toma un timbre áspero y estridente, debido a la preponderancia de armónicos elevados.<sup>600</sup>*

---

<sup>600</sup> FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. Tomo II. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972. Capítulo Decimosexto. Cualidades del sonido.

Por otra parte, se podría pensar después de todo, que es necesaria una afinación precisa siempre que se trate o se hable de música tanto en la voz como en los instrumentos, y hasta cierto punto es correcto, pero con algunos matices. Antiguamente el instrumento rey era la voz y todos los instrumentos intentaban con mejor o peor suerte imitar las particularidades de ésta. La emoción hace que la voz se produzca de muy diferentes formas, alterando el contenido del mensaje que enviamos, pudiendo transmitir estados de ánimo. Esto unido a que, como se ha visto, la percepción puede variar o modificar sutiles diferencias que capta nuestro oído enmascarando, corrigiendo o modificando en parte la realidad, da como resultado una serie de mecanismos que modifican el sonido haciéndolo más natural o, mejor dicho, más humano.

Después de estas apreciaciones sobre el timbre, creo interesante añadir unas reflexiones de William A. Sethares<sup>601</sup> que no han aparecido antes para evitar confusiones en cuestiones en las que el timbre no era el objeto directo de estudio, pero creo que pueden aportar información interesante para aclarar el término lo más posible.

- Si un árbol cae en el bosque, ¿hay algún timbre? De acuerdo con el American National Standards Institute (ANSI),<sup>602</sup> la respuesta debe ser "no", al depender de si alguien está o no para escucharlo. Definen: *"Timbre es el atributo de la sensación auditiva según el cual un oyente puede juzgar dos sonidos, presentados de manera similar teniendo la misma intensidad y tono,"*<sup>603</sup> como no similares."
- Esta definición es confusa, en parte porque dice lo que no es el timbre (es decir, volumen y tono) en lugar de lo que es. Por otra parte, si un sonido no tiene tono, entonces no puede ser "presentado de manera similar y tener el mismo tono", y por lo tanto no tiene timbre en absoluto.
- Pratt y Doak<sup>604</sup> sugieren: *"Timbre es ese atributo de la sensación auditiva por la que un oyente puede juzgar que dos sonidos son diferentes utilizando cualquier criterio distinto del tono, volumen y*

---

<sup>601</sup> SETHARES, William A.: *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. Second Edition. London. Springer-Verlag. 2005. pp.27 – 28.

<sup>602</sup> En: [<https://www.ansi.org/>]. American National Standards Institute, "USA standard acoustic terminology". 1960.

<sup>603</sup> En este caso se interpreta tono como afinación.

<sup>604</sup> PRATT, R. L.; DOAK, P. E.: "A subjective rating scale for timbre". En: *Journal of Sound and Vibration* 45. 317. 1976.

*duración.*” Y ahora el árbol tiene timbre a medida que cae, aunque la definición todavía no especifica qué es el timbre.

- Desafortunadamente, muchas descripciones sobre la percepción del timbre lo simplifican excesivamente. Por ejemplo, un diccionario de música<sup>605</sup> bien conocido dice en su definición de timbre que: *“En análisis, la diferencia entre los colores de tono<sup>606</sup> de los instrumentos se corresponde con las diferencias en los armónicos representados en el sonido.”* Ver serie armónica.
- Para Sethares, esto es simplificar casi hasta el punto de tergiversar. Cualquier sonido (como una barra de metal) que no tenga armónicos (parciales que están en múltiplos enteros del fundamental) no tendría timbre. El reemplazo de "armónico" por "parcial" o "sobretono"<sup>607</sup> sugiere una definición que equipara el timbre con el espectro, como en esta declaración de la Enciclopedia Columbia: (Sonido) “La calidad se determina por los armónicos, el timbre distintivo de cualquier instrumento es el resultado del número y la prominencia relativa de armónicos que produce.”
- Aunque gran parte de la noción del timbre de un sonido puede atribuirse al número, la amplitud y el espaciamiento de las líneas espectrales en el espectro de un sonido, no puede ser sólo eso, porque sugiere que la envolvente y los transientes (transitorios) de ataque no contribuyen al timbre. Quizás la demostración más dramática de esto es tocar un sonido hacia atrás. El espectro de un sonido es el mismo si se reproduce hacia adelante o hacia atrás, y sin embargo el sonido es muy diferente, lo que demuestra la importancia de envolvente temporal<sup>608</sup> en la determinación del timbre.

---

<sup>605</sup> JACOBS, A.: *Penguin Dictionary of Music*. Middlesex, England. Penguin Books LTD. 1991.

<sup>606</sup> Tone-colors.

<sup>607</sup> Overtone.

<sup>608</sup> Time envelope.



### 8.8.1. El vibrato

Procede del término italiano que significa *vibrado* y se puede definir como la variación periódica de frecuencia o de intensidad que producen una flexibilidad y riqueza de tonos en la voz o en un instrumento. En la voz se produce espontáneamente al fluctuar o temblar de forma nerviosa e inconsciente el diafragma o la laringe que produce una oscilación que dota a la voz, y en concreto a las notas, de más expresión y calidez. En los instrumentos que pueden producirlo, tanto acústicos como eléctricos, es una imitación de ese efecto vocal del canto, por lo tanto, se tratará el vibrato en cantantes:

Acústicamente se compone de varios factores: La velocidad y la extensión:

- La velocidad (*rate*), describe la rapidez de las modulaciones u oscilaciones medida en Hz. Normalmente está entre 4 y 7 Hz.
- La extensión (*extent*), describe el desplazamiento en la frecuencia de la nota con respecto a la nota real, que está en torno a los 100 cents, lo que equivale a +/- 1 semitono.
- Después habría que añadir las modulaciones de la amplitud de la voz, o sea las variaciones en la intensidad. Pero este vibrato produce un efecto similar a un trémolo suave.

A simple vista la variación de un semitono puede parecer excesiva y llevarnos a pensar que se produciría una fuerte disonancia, debida al choque de frecuencias, en la nota a la que se aplique el vibrato, pero nada más lejos de la realidad. Marco Guzmán,<sup>609</sup> dice lo siguiente:

*El vibrato siempre ha sido asociado con la calidad y la belleza de la voz del cantante, es así como se concluye que las voces más bellas tienen rasgos acústicos en común incluyendo un rate de vibrato constante y suave con un extent moderado. La regularidad del vibrato señala la estabilidad o repetitividad de las modulaciones. La regularidad es considerada el mejor reflejo de la habilidad de un cantante. Mientras más regular es el vibrato, la voz es percibida más bella y de mejor calidad. Esto*

---

<sup>609</sup> Académico de la Escuela de Fonoaudiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

*significa que el vibrato es mejor a medida que tenga el rate y el extent más constantes y regulares en el tiempo.*<sup>610</sup>

Otra definición:

*El vibrato hace que la voz suene agradable, viva, excitante, cálida, menos mecánica que aquella que se consigue al emitir un tono plano. Da naturalidad y expresividad al sonido vocal. La mayoría de los cantantes lo consideran un elemento deseable pero no todos son capaces de desarrollarlo.*

Por lo tanto, el vibrato es un efecto deseable que enriquece las líneas melódicas haciéndolas más expresivas. Esto es debido a que la variación producida en la altura, produce una mezcla de frecuencias que hace más rico en armónicos el sonido, produciendo una sensación de plenitud y dándole más cuerpo. El oído sólo percibe una nota (algo similar a lo que ocurre con el ornamento del trino, aunque menos acentuado). Además el vibrato viene directamente relacionado con la “imitación” de la vibración que produce en el diafragma la emoción humana, dotando de expresividad a las obras.

Aunque hoy en día es un efecto expresivo y su uso está asimilado, antiguamente no todos eran partidarios de su uso constante. Así Leopold Mozart en su tratado de violín escribe:

*(...) hay ejecutantes que tiemblan constantemente en cada nota como si tuvieran una fiebre permanente.*<sup>611</sup>

Llama la atención ver cómo, en el apartado de temperamentos musicales, se ha hablado de la medida de la coma sintónica y la cantidad de problemas de afinación que surgieron a raíz de esto en la Edad Media. Si se tiene en cuenta que la relación 81/80 equivale a 21.5 cents y si se compara la amplitud aproximada de la oscilación del vibrato (100 cents.), se encuentra que la amplitud de frecuencia de un vibrato tiene mucha mayor extensión que la coma. Aunque son casos diferentes, es inevitable hacer una comparación, y más teniendo en cuenta que el vibrato, aun teniendo más extensión,

---

<sup>610</sup> GUZMÁN, Marco: “Vibrato en cantantes” publicado en diciembre de 2009 en [www.vozprofesional.cl](http://www.vozprofesional.cl)

<sup>611</sup> MOZART, Leopold: *A treatise on the fundamental principles of violin playing*. Oxford. Oxford University Press. 1985.

es un efecto deseable. Esto quiere decir que nuestro cerebro, aun percibiendo la mezcla de frecuencias y la variación de la nota, lo considera como la misma nota.

### 8.8.2. El trémolo

Es un término musical que describe la fluctuación o variación periódica en la intensidad (volumen o amplitud) de un sonido, mientras que la altura o frecuencia se mantiene constante. También se puede crear mediante dos frecuencias próximas creando un efecto de pulsaciones. A simple vista puede parecer lo mismo que un tipo de vibrato, y en cierta forma lo es, pero hay ciertas diferencias que permiten diferenciarlos puesto que el efecto es diferente y, por lo tanto, la forma de utilizarlos. En el vibrato la variación se produce de forma gradual y continua, con poca profundidad en la variación de volumen. En el trémolo las variaciones de volumen tienen una profundidad más acusada y la sensación de nota repetida es mucho más fuerte que en el vibrato. La repetición de una nota (sobre todo en timbales y cuerda) o un grupo de notas (como en el piano) ha sido un recurso muy utilizado en la música para imitar toda clase de ruidos

En los instrumentos eléctricos, el efecto del trémolo se consigue modulando la amplitud mediante un LFO<sup>612</sup> con una frecuencia que puede variar entre 0,1 y los 10 Hz. En los sintetizadores, se llega a utilizar a más frecuencia pasando los 20 Hz para que el oído oiga esas repeticiones como una nota nueva que va ascendiendo.

### 8.8.3. El chorus o efecto de coro

En el Coro (Chorus) el efecto se consigue superponiendo a una señal seca otra u otras iguales con el efecto de vibrato o de trémolo, o simplemente a una altura en Hz diferente creando así la sensación de varios instrumentos tocando juntos con sus imperfecciones de afinación. Debe dar la sensación de que suena sólo una nota.

Si se observa el registro del órgano llamado *Celeste*<sup>613</sup> se ve una interesante aplicación de las pulsaciones a la música. Normalmente es un registro de fondo, o sea flautado, que está intencionadamente “desafinado” de 3 a 6 Hz por encima de la afinación global de los registros del órgano para crear este efecto, de tal modo que al

---

<sup>612</sup> *Low frequency oscillator*, Oscilador de baja frecuencia.

<sup>613</sup> Según el tipo de órgano, *voix celeste* u *onda maris*.

mezclarse con un registro afinado produce esa sensación suave y envolvente del sonido dándole un efecto casi vocal.<sup>614</sup>

En el órgano Hammond,<sup>615</sup> su amplificador Leslie produce, mediante unas trompetillas que giran adosadas al altavoz mientras este suena, una pequeña oscilación en la frecuencia de las notas mediante el *efecto Doppler* que dotan al sonido de calidez. La velocidad así como el encendido o apagado de este efecto son controlables mediante un mando lo que hace que se pueda utilizar mientras se toca modificando el sonido de pasajes enteros o notas mantenidas.

En el registro de *Musette* del acordeón se puede encontrar otro ejemplo interesante. Está formado por 3 lengüetas, la primera con la afinación real (440 Hz), la segunda, afinada más alta y la tercera, afinada más baja. Esta característica, en realidad es una desafinación. La diferencia de altura de estas notas de la misma octava, es la que marcará el timbre general del instrumento. José María López<sup>616</sup> establece cinco tipos de afinación de este registro llamado también *brio*:

- Clásica: Se caracteriza por la ausencia total de vibración. Todas las voces están afinadas al “unísono”.
- Swing: Consiste en la afinación de la voz central a 440 Hz y un trémolo *crescente* con una mínima diferencia, a unos 441 Hz aproximadamente, lo que representa una diferencia de +7 cents en la nota La4. La diferencia entre las dos voces produce una modulación muy “suave”.
- Americana: Consiste en la afinación de la voz central a 440 Hz y un trémolo *crescente* a unos 443 Hz aproximadamente, lo que representa una diferencia de +12 cents en la nota La4. La diferencia entre las dos voces produce una modulación agradable.
- Celeste: Consiste en la afinación de la voz central a 440 Hz y un trémolo *crescente* a 446 Hz, lo que representa una diferencia de +20 cents en la nota La 4. La vibración que producen estas dos voces da como resultado un sonido brillante.

---

<sup>614</sup> Prueba realizada con el órgano litúrgico JOHANNUS modelo *Allegro* en marzo de 2011.

<sup>615</sup> Pruebas realizadas con un órgano Hammond modelo B3 conectado a un amplificador Leslie de la misma serie.

<sup>616</sup> LÓPEZ, José María: “La afinación del acordeón” En: [<http://acordeon-josemarialopez.blogspot.com.es/2011/03/la-afinacion-en-el-acordeon.html>], consultada el 20 de marzo de 2011.

- Francesa: Consiste en la afinación de la voz central a 440 Hz, un trémolo *crescente* (alto) afinado a 450 Hz Y un trémolo *calante* (bajo) a 430 Hz La diferencia, sería en la nota La<sub>4</sub>, de +24 cents en el *crescente* y de -24 cents en el *calante*. La mezcla de estas tres voces produce un sonido muy “estridente”.

En la instrumentación de pasajes orquestales, a menudo el compositor o el arreglista escriben pasajes al unísono entre varios instrumentos iguales. Cuando la razón de tal práctica no se utiliza para generar más volumen de sonido haciendo que se oiga más una melodía o una parte en concreto, la intención consciente es generar este efecto envolvente sabiendo que es muy difícil encontrar una afinación exacta entre dos o más músicos y que, entre buenos músicos esas imprecisiones de afinación serán lo suficientemente pequeñas como para generar este efecto con éxito. Algo similar sucede en una sección de cuerda o en un coro.

## 8.9. El Sistema DOLBY

*Dolby Laboratories Inc.*<sup>617</sup> fue fundada por Ray Dolby en Inglaterra en 1965. Posteriormente se trasladó a San Francisco, California, EEUU, en 1976. El primer producto que lanzó fue el *Noise Reduction Dolby type A*, una técnica simple de reducción de ruido que aplica compresión durante la grabación y una expansión relativa durante la reproducción. Este primer sistema conocido como Dolby A, proporcionaba una corrección sobre las bajas y altas frecuencias del espectro audible, actuando sólo sobre los sonidos de bajo volumen que se ven más afectados por el ruido de la cinta (ruido *hiss*<sup>618</sup>), que se producen durante la reproducción. Dolby distribuyó el producto entre las compañías cinematográficas.

Posteriormente fabricaron una versión doméstica de su tecnología de reducción de ruido. Así, Dolby trabajó más sobre los sistemas de compresión/expansión dinámica (variable) y lanzó el *type B* en 1968.

La reducción del ruido de fondo en sistemas de potencia ha sido un reto para cualquier sistema de reproducción de sonido. Esto ha sido solucionado en parte por los equipos de sonido digital que no producen, apenas, ruidos en la grabación ni en la reproducción, mejorando notablemente la experiencia del oyente tanto a bajo (Loudness)<sup>619</sup> como a alto volumen.



**Ilust. 82:** Logo Sistema Dolby [www.dolby.com].

---

<sup>617</sup> En: [http://www.dolby.com/].

<sup>618</sup> Hiss: Es un ruido de fondo constante que produce la cinta de grabación. Puede llegar a ser muy molesto si la grabación no tiene un mínimo de calidad pero es fácil de filtrar.

<sup>619</sup> Ver 7.1. El sistema auditivo en la percepción del sonido.

## 8.10. El algoritmo de compresión MP3

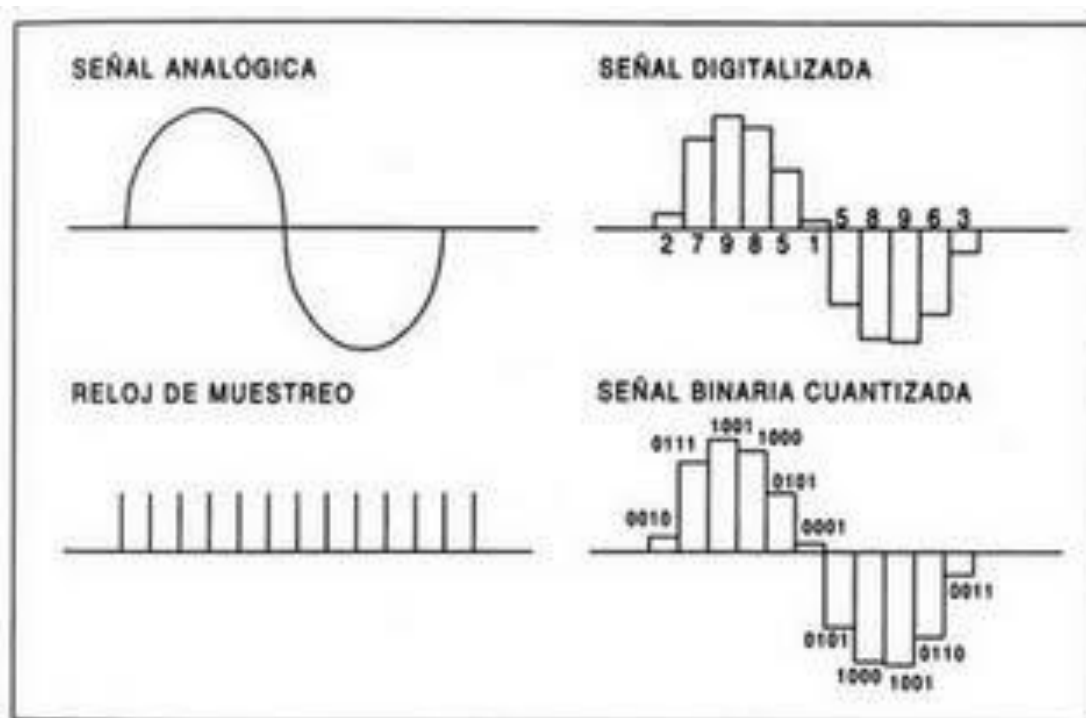
Con la llegada de la era digital en los años 80 surge una nueva forma grabar audio que desplazará poco a poco a las grabaciones analógicas, que iban perdiendo calidad después de varias reproducciones, añadiendo ruidos a la información. La grabación de audio digital se hace a través de un muestreo de la señal analógica, que es tomar muestras de las frecuencias del sonido a intervalos regulares de tiempo. El número de muestras tomadas se llama frecuencia de muestreo y, cuanto mayor sea, mayor será la calidad del audio digital.

Según el teorema de muestro de Nyquist – Shannon se puede reproducir una onda de forma exacta si la frecuencia de muestreo es, como mínimo, el doble de la frecuencia más alta. Como se ha visto, la frecuencia más alta que puede escuchar un ser humano corresponde a 20 kHz, por lo tanto, a partir de 40 kHz se podrá reproducir exactamente una onda analógica. Esto quiere decir que el audio puede tener frecuencias más agudas, pero el ser humano no las percibe y, por lo tanto, no se considera necesario ni grabarlas ni reproducirlas. Los sistemas de grabación aumentan un poco más esta cifra situándola en el estándar de 44.100 Hz tomando como referencia de límite auditivo los 22 kHz.

La resolución del sonido es el número de dígitos binarios que componen cada muestra. Se mide en *bits*<sup>620</sup> y hace referencia al tamaño de cada una de esas muestras. Cuanto mayor es la resolución, mejor es la calidad de la muestra del sonido. Pueden ser de 8, 16, 24 y 32 bits, dependiendo de a qué vaya destinada la grabación y de la calidad que se necesite o se desee. La resolución de 8 bits significa que se han tomado 256 valores para la muestra.

---

<sup>620</sup> Bit: Es un dígito del sistema de numeración binario. Es el acrónimo de *Binary digit* (dígito binario).



**Ilust. 83:** Muestreo de señal analógica.

El MPEG<sup>621</sup> – 1 Audio Layer III o MPEG – 2 Audio Layer III (MP3) es un formato de audio digital que utiliza un algoritmo de compresión con pérdida para obtener un menor tamaño de archivo. Sigue los estándares ISO/IEC 11172 – 3 e ISO/IEC 13818 – 4.

Fue creado por primera vez en 1987 por Karlheinz Brandenburg, director del Instituto Fraunhofer junto con Thomson Multimedia. En 1995 fue cuando se utilizó por primera vez con la extensión \*.mp3.

Según Wikipedia:

*La compresión se basa en la reducción del margen dinámico irrelevante, es decir, en la incapacidad del sistema auditivo para detectar los errores de cuantificación en condiciones de enmascaramiento. Este estándar divide la señal en bandas de frecuencia que se aproximan a las bandas críticas, y luego cuantifica cada subbanda en función del umbral de detección del ruido dentro de esa banda. (...) Analiza la señal de audio y calcula la cantidad de ruido que se puede introducir en función de la*

<sup>621</sup> Moving Picture Experts Group.



*frecuencia, es decir, calcula la “cantidad de enmascaramiento” o umbral de enmascaramiento en función de la frecuencia. (...) La distorsión generada es imperceptible para el oído experimentado en un ambiente óptimo desde los 192 kbps y en condiciones normales. Para el oído no experimentado, o común, con 128 kbps o hasta 96 kbps basta para que se oiga “bien” (a menos que se posea un equipo de audio de alta calidad donde se nota excesivamente la falta de graves y se destaca el sonido de “fritura” en los agudos). Las personas que tienen experiencia en la parte auditiva de archivos digitales de audio, especialmente música, desde 192 hasta 256 kbps basta para oír bien, pero la compresión en 320 kbps es la óptima para cualquier escucha.*<sup>622</sup>

Esto quiere decir que hay una pérdida de datos significativa que se podría llegar a notar. Se puede reducir el tamaño de un archivo 10 veces sin que se perciba pérdida de calidad (dependiendo del tipo de música) por lo que esos “huecos” que existen en la información (entre las muestras) el oído no llega a notarlos como tales.

El 23 de abril de 2017 el Instituto Fraunhofer comunicó que ha expirado la patente y las restricciones del uso del formato MP3. Ahora se está optando por los formatos ACC y MPEG-H que son más eficaces para comprimir audio sin bajar la calidad.

---

<sup>622</sup> En: [<https://es.wikipedia.org/wiki/MP3>], consultado en febrero de 2017.

## **9. LA MÚSICA POPULAR DEL SIGLO XX**



## 9.1. La disonancia en la música popular

La música popular occidental que hoy conocemos, nacida a finales del siglo XIX y que durante las primeras décadas del siglo XX se extendió con rapidez por todo el mundo occidental, supone un retorno a los esquemas armónicos de la época del Clasicismo y, hoy en día, supone quizá la alternativa al resto de manifestaciones musicales con mayor número de seguidores.

De forma resumida, sus principales características son:<sup>623</sup>

- Construcción armónica: Vuelta a las estructuras basadas en cadencias perfectas sobre la tónica: I, IV y V grados,<sup>624</sup> utilizando con frecuencia acordes sobre el VI y el II grados con valor de subdominante y acordes sobre el II grado rebajado.<sup>625</sup> Abuso de las modulaciones por cambio de frase a tonalidades un tono o un semitono más altas para mantener el interés de la canción y dotar de expresividad los estribillos y modulaciones lejanas sin apenas proceso modulatorio. Uso sistemático de acordes con séptimas, notas añadidas y escalas modales. Dependiendo del estilo y del lenguaje que se esté utilizando se puede encontrar más riqueza armónica (Jazz, Bossanova, etcétera) o armonía más simple (Rock, Pop, etcétera). Ruptura de reglas antiguas sobre enlace de acordes y resoluciones, ya que ahora prima la facilidad de movimientos y cambios en las posiciones los instrumentos, sobre todo en la guitarra. En cualquier caso, la identidad de los acordes no se pierde nunca, auditivamente hablando.
- Construcción formal: Similar a la forma *Lied* alemán o la *Chanson* francesa, formadas por estrofas y estribillo. La forma más común que se encuentra es AABA, a la que se añaden puentes, partes de solos improvisados y codas. Ausencia casi absoluta de desarrollos formales.
- Construcción melódica: Es la que menos ha variado, sólo destacar el uso de cromatismos (Jazz) en determinados casos y los efectos creados por las nuevas estéticas en la voz e instrumentos.

---

<sup>623</sup> Conclusiones extraídas del análisis de la escucha de música Pop, Rock y Jazz, europeo y americano exclusivamente y de una entrevista mantenida con Santos Moreno, director de la Big Band de Pinto (Madrid) y guitarrista.

<sup>624</sup> Recordar las teorías de J. Ph. Rameau.

<sup>625</sup> A modo de la antigua sexta napolitana.

- Patrón rítmico generalmente continuo y estable. Es muy interesante el papel que tiene el soporte rítmico – armónico.

Es importante añadir la influencia que tuvo el Blues en todos estos nuevos estilos que lo toman como punto de partida. Posteriormente, sólo el Jazz ha tenido una evolución más grande durante el siglo XX llegando a utilizar estructuras completamente atonales en su última etapa a partir de los años sesenta en lo que se llamó *Free Jazz*.

Armónicamente es frecuente encontrar acordes con intervalos añadidos considerados disonantes y acordes híbridos o ambiguos (sin la tercera) que crean una sonoridad peculiar aceptada, que forma parte del lenguaje idiomático de estos estilos. Estas disonancias dan un carácter y sonoridad diferente a los acordes, pero la identidad o función del acorde no se pierde. La formación de estos acordes procede del uso de escalas modales.

Si se efectúa una aproximación a tratados como los de Enric Herrera, tanto el de *Armonía moderna* como el de *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna*,<sup>626</sup> ambos basados en la tradición de la música de Jazz principalmente, se puede encontrar otra forma de ver las reglas anteriormente expuestas.

El Jazz es un género musical nacido a finales del siglo XIX en Estados Unidos y que se expandió a todo el mundo durante el siglo XX. El crítico Joachim – Ernst Berendt en su libro *El Jazz: De Nueva Orleans al Jazz Rock* lo define así:

*El jazz es una forma de arte musical que se originó en los Estados Unidos mediante la confrontación de los negros con la música europea. La instrumentación, melodía y armonía del jazz se derivan principalmente de la tradición musical de Occidente. El ritmo, el fraseo y la producción de sonido, y los elementos de armonía de blues se derivan de la música africana y del concepto musical de los afroamericanos.*<sup>627</sup>

Mientras que, hasta ahora, el acorde triada era la base de la armonía para definir una tonalidad, en la música de Blues será el acorde cuatro sonidos o tetrada, acorde de séptima menor, el que se establezca como característico para definir una tonalidad. El

---

<sup>626</sup> HERRERA, Enric: *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna*. Barcelona. Antoni Bosch. 1987.

<sup>627</sup> BERENDT, Joachim – Ernst: *El Jazz: De Nueva Orleans al Jazz Rock*. Colombia. Fondo de Cultura Económica. 1962.

eje tonal es realmente un acorde de séptima de dominante, pero sin el carácter resolutivo característico de la dominante.

Desaparece la supremacía de la Quinta justa como elemento de estabilidad y definición de un acorde. Las llamadas *notas guía* de un acorde de Jazz, que definen el color principal de ese acorde con referencia a la nota del bajo, son la Tercera y la Séptima menor o mayor del acorde. Con referencia al soporte armónico en los solos dice:

*El soporte armónico acostumbra a mantener un sonido mientras lo permite la armonía. Ya que su principal finalidad es definir la armonía, la mejor elección para él serán las notas guías.*<sup>628</sup>

La escala diatónica se va difuminando dejando paso a las escalas basadas en modos antiguos que se utilizan dependiendo del acorde que se utilice. Muchos de los acordes proceden igualmente de la superposición de terceras, pero sobre estas escalas.

Las tensiones *posibles*, son los intervalos a distancia de Tercera que se añaden por encima de la Séptima del acorde base, o sea la Novena mayor y menor, la Oncena, la Oncena aumentada y la Trecena mayor y menor.



**Ilust. 84:** Tensiones de Novena, Oncena y Trecena.

Estas tensiones se forman añadiendo una Novena sobre cada una de las notas base del acorde (en este caso do, mi y sol).

<sup>628</sup> HERRERA, Enric: *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna*. Antoni Bosch. 1987.

*Las tensiones que tienen mejor sonidos son aquellas que forman una novena mayor con su nota base (un intervalo de novena menor produce un sonido extremadamente duro).<sup>629</sup>*

Por lo tanto no se debe usar una tensión que esté a distancia de Novena menor (intervalo derivado del semitono) con su nota base. La excepción a esta regla son los acordes de Séptima de dominante y Séptima disminuida. Hay que diferenciar, entonces, entre las tensiones *posibles* y las tensiones *disponibles* para cada acorde puesto que el exceso o la mala colocación de este tipo de tensiones podría comprometer la identidad del acorde produciendo un sonido duro.

Enric Herrera dice:

*Debe tenerse presente que donde mejor consiguen su efecto las tensiones armónicas es encima del sonido fundamental del acorde, dado que en general asumimos la fundamental en el bajo, las tensiones estarán adecuadamente situadas si tienen una o mejor las dos notas guías debajo de ella y en la misma sección. La novena y ésta en especial en los acordes de dominante es la tensión que prescinde más de esta consideración; en cambio la tensión de #11 y la de 13 y b13<sup>630</sup> son especialmente sensibles a esto.*

Y continúa:

*Preferentemente el uso de estas tensiones armónicas se hace en puntos de predominio vertical de la melodía, aunque está claro que éstas pueden usarse en situaciones melódicas si se hace de forma adecuada.<sup>631</sup>*

Sobre el intervalo de Novena en la escritura a dos y tres partes:

*En cualquier situación en que se produce un ataque simultáneo de dos o más voces, evitar el intervalo "b9", entre cualesquiera de ellas. Este intervalo es de un especial mal efecto sonoro. La única excepción está entre la "b9" y la fundamental de un acorde de dominante y en este caso siempre que entre estas dos voces esté la tercera o la séptima (o ambas) del acorde.*

---

<sup>629</sup> NETTLES, Barrie: *Harmony*. 4 Vol. Berklee College of Music. 1987.

<sup>630</sup> #11, 13 y b13 corresponden a la Oncena aumentada, la Trecena mayor y la Trecena menor respectivamente.

<sup>631</sup> HERRERA, Enric: *op. cit.*

En posiciones cerradas la Novena, mayor o menor, puede ser utilizada en lugar de la fundamental en cualquier voz y en cualquier acorde, pero hay que tener en cuenta siempre las tensiones disponibles para la especie y la función tonal. A raíz de esto sigue diciendo que la Novena no debe utilizarse cuando produce semitono con la melodía, cuando produce tono con la melodía en situaciones melódicas, evitando sobre todo el tono formado entre la Undécima y la Tercera menor en las voces superiores, no debe utilizarse tampoco en los acordes de Séptima semidisminuída<sup>632</sup> cuando se utiliza la escala Locria<sup>633</sup> y en el acorde semidisminuído sobre el III grado de la escala.

Es decir, aunque se tienen muchas más libertades no es posible o, mejor dicho, no se debe hacer sin ningún tipo de criterio porque, mientras que ciertas tensiones son aceptadas en un contexto armónico de escritura vertical, en el contexto melódico sobre todo, las tensiones (disonancias) siguen siendo tratadas con cierta cautela.

Es difícil encontrar métodos o libros sobre la técnica de la música popular que no se refieran únicamente a la rítmica o a la formación de ciertos acordes, de hecho, Herrera hace referencia a esto en la introducción del citado tratado:

*Este libro es el resultado de mi experiencia en la enseñanza de la asignatura de arreglos en el Aula de Música Moderna y Jazz, durante los últimos ocho años. No he inventado nada, solamente he tratado de explicar las distintas materias de que se compone esta asignatura, de la forma en que considero son de más fácil asimilación. (...) Por otro lado uno puede sentirse más o menos interesado en un determinado tipo de estilo de música, pero un estudiante que desee realmente dominar la orquestación debe oír analíticamente los arreglos de That Jones, Mel Lewis, Buddy Rich, Oliver Nelson, Duke Ellington, Quincy Jones, Toshiko Akiyoshi, J. Chattaway por citar sólo algunos de los más famosos arreglistas o directores de orquesta.*<sup>634</sup>

Efectivamente, la música popular se transmite fundamentalmente por tradición oral, por eso Herrera hace referencia a la experiencia y a escuchar y analizar a los clásicos que hicieron esa música. Dado el diletantismo en este tipo de música es difícil

---

<sup>632</sup> Se entiende por acorde de séptima semidisminuída el formado por Tercera menor, Quinta disminuída y Séptima menor. Ej: Un acorde séptima semidisminuída desde la nota do sería: do, mi bemol, sol bemol y si bemol.

<sup>633</sup> La escala Locria tiene los semitonos colocados entre el I y II grados y el IV y el V. Equivale a una escala comenzada desde la nota si utilizando las teclas blancas del piano. Es un modo de creación reciente.

<sup>634</sup> HERRERA, Enric: *op. cit.* Introducción.



buscar a alguien que analizase cada estilo de música de forma tan precisa como se hizo en la antigüedad y esto sumado al gran cúmulo de grabaciones existentes desde los años 40 de este tipo de música, hace que el aprendizaje de ésta sea fundamentalmente por “oído”. Por supuesto no he encontrado ningún libro o tratado que relacione directamente las teorías antiguas con esta nueva forma de hacer música.

Un hecho relevante en la formación de muchos estilos de música es el instrumental. Si bien en la música culta el instrumento de referencia es el Piano, sobre el que tantos compositores crearon sus obras por la facilidad con la que se ve la armonía, en la música popular será la Guitarra eléctrica la que tome ese relevo, quizá porque es un instrumento de más fácil acceso, y sobre todo por la versatilidad que ofrece la colocación y la variación de ciertos acordes en los que con pocos movimientos de los dedos de la mano izquierda se consigue una gama de acordes y sonoridades, con notas fuera del acorde triada, que dan color y crean una serie de particularidades típicas de mucha música como el Blues, Jazz, Flamenco, etcétera, que producen una sonoridad armónica ambigua y poco precisa, aunque con una innegable fuerza expresiva, que configuran las características esenciales de estos tipos de música.

La música procedente de Brasil, llamada “música brasileña” no es ajena a estas particularidades, de hecho, es muy típico oír la Cuarta aumentada (realmente la Oncena aumentada como tensión) en el acorde sobre la dominante dando a este acorde un color especial muy característico de esta música:



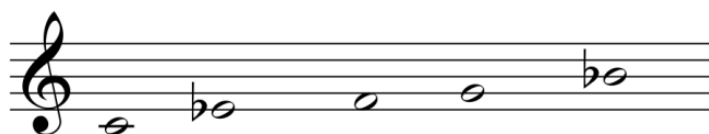
**Ilust. 85:** Acorde de dominante de música brasileña.

Las disonancias se siguen tratando como tales porque, aunque se haya aceptado e incorporado su efecto disonante, siguen teniendo un grado de inestabilidad grande, que es precisamente el que se busca y potencia como recurso expresivo, pero sin perder, como ha dicho, la función tonal del acorde, o el carácter tonal o modal del pasaje o de la obra.

Es interesante ver que en los años 50, con la irrupción décadas antes de la electrónica, el ruido comenzaba a invadir algunas corrientes de la música culta,<sup>635</sup> mientras que la música popular se mantenía ajena a este fenómeno. Esto puede ser debido a que mientras en la música culta la evolución sucedía en todos los aspectos (rítmicos, tímbricos, melódicos y armónicos), en la música popular, esa evolución es fundamentalmente armónica, mientras que el discurso melódico es muy clásico, es decir, aunque esté basado en diferentes tipos de escalas (sobre todo Blues, Jazz y Flamenco), se sigue utilizando una escala de siete sonidos que mantiene siempre el valor de la tónica aunque haya modulaciones pasajeras. Incluso en el caso del Blues la escala que se suele utilizar es una mezcla de la escala mayor con la pentatónica menor y la escala de Blues menor.



Escala mayor



Escala pentatónica menor



Escala de Blues menor. La nota que se añade en negrita corresponde a la llamada *blue note* tan característica de este estilo.

**Ilust. 86:** Escalas mayor, pentatónica menor y de *Blues*.

Con todo el avance tímbrico y las expectativas de estos nuevos instrumentos, la música popular siempre los ha tratado de una forma melódica o armónica tradicional, o para crear cierto tipo de efectos, pero no para crear un nuevo lenguaje musical característico

<sup>635</sup> Aunque no soy partidario de utilizar los términos de *culto* y *popular* para definir las corrientes de la música del siglo XX, quizá son los términos que menos confusión van a crear.

de una nueva música. La canción Pop y Rock que nace en los años 50 y se sigue escuchando hoy en día abandona todo el lenguaje experimental que aparece en el siglo XX y está escrita sobre un neoclasicismo basado en estructuras armónicas clásicas simplificadas siguiendo un patrón muy sencillo de estrofa – estribillo y con un fin generalmente comercial.<sup>636</sup>

---

<sup>636</sup> Para encontrar los orígenes de la música Pop hay que remontarse al inicio mismo de la música de Rock en el año 1955, y que desaparecería como tal en 1958. La música de Rock fue de alguna manera el germen fundacional de lo que luego sería la misma música pop. La aparición en el año 1962 del grupo británico *Los Beatles* marca otra vuelta de tuerca evolutiva para el Rock Pop. Los Beatles provocan la aparición de una buena cantidad de grupos inspirados en ellos que generaron un considerable movimiento Pop, tanto en Gran Bretaña como en los Estados Unidos de América. A finales del año 1974, aparece la música Disco especialmente representada por Gloria Gaynor y Donna Summer. Este sonido "disco", como se lo llama actualmente, logró realizar un avance aún más significativo y de especialización del género musical que nos ocupa. De la música Disco se desprenden una variedad de géneros musicales entre los que se encuentran el Reggae, el Punk, la "nueva onda" y la música "Tecno". Cfr. [<http://www.pianored.com/historia-musica-pop.html>], consultado en septiembre de 2012.

## 9.2. El ruido en la música popular

Con la aparición del *The Mighty Wurlitzer* en 1914, el *Theremin* en 1919, el órgano *Hammond* en 1934, el piano *Rhodes* en 1959, el desarrollo del sintetizador en los años 60 y el resto de sus derivados, por seleccionar los más importantes o los que tuvieron más éxito, es de suponer que el ruido encontraría un buen caldo de cultivo en este tipo de música.<sup>637</sup> Sin embargo, sólo se utilizó para crear algunos efectos atmosféricos, imitación de ruidos característicos y nuevos timbres que serían utilizados de una forma convencional, por lo que nunca se desarrolló como en la música culta.

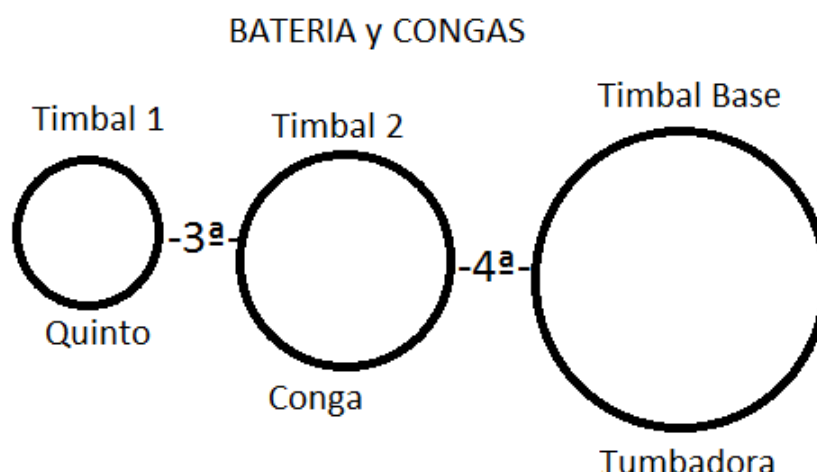
Se podría incluir a este respecto el uso sistemático de la batería como elemento rítmico base, pero sólo podría referirse al uso de los platos o platillos o del efecto de los bordones en la caja que potencian el sonido de ésta, puesto que, en el resto de timbales, por lo general, se busca siempre una afinación determinada elegida por el intérprete que suele traducirse en distancias por intervalos concretos de nuestro sistema temperado, aunque con ciertas variaciones. Es típico buscar distancias como Terceras mayores, Cuartas o Quintas que dan una sonoridad más brillante y abierta al conjunto. Es bastante extraño elegir intervalos disonantes. Incluso en instrumentos que llevan una afinación más indeterminada como pueden ser los Bongós o las Congas también se buscan estas distancias. Normalmente, elegir un intervalo u otro responde a la fabricación del instrumento y a su timbre, que favorecerá más el uso de un intervalo u otro.

Es habitual encontrar las siguientes disposiciones de los intervalos por tamaños.<sup>638</sup>

---

<sup>637</sup> Aunque todos estos instrumentos fueron fruto de la experimentación con los nuevos avances de la electricidad orientada a la música culta a principios del siglo XX.

<sup>638</sup> Casi siempre se utilizan los intervalos más consonantes como Quintas, Cuartas y Terceras mayores, aunque depende del tamaño la sonoridad del instrumento. Últimamente se está llegando a utilizar casi cualquier intervalo para crear diferentes efectos.



**Ilust. 87:** Afinación de batería y congas.

Los platos son, quizá, uno de los elementos más enigmáticos de todo el conjunto de la batería e, incluso, de todos los elementos de percusión. Su sonido brillante y rico en frecuencias en un amplio espectro puede llevar a pensar que no hay ningún patrón concreto que rija su fabricación, pero no es así.

Las investigaciones hechas por Thomas D. Rossing y Richard W. Peterson han demostrado la importancia de los patrones de vibración que dan el timbre a los platos. En sus estudios se aplicaron técnicas de holografía que hacen visibles estos patrones vibratorios. Esto quiere decir que la vibración de los platos no es aleatoria ni arbitraria.<sup>639</sup>

El ataque de una baqueta sobre un plato produce varias frecuencias fundamentales y cada una de ellas tiene su serie de armónicos. Todas estas frecuencias interactúan entre sí y dan lugar a nuevas frecuencias.

Felipe Cucciardi explica las características que debe reunir un buen plato:

*Un buen plato siempre da un sonido rico en frecuencias tanto altas como bajas. Esta característica asegura que el plato siempre estará afinado con cualquier instrumento tocando cualquier tono. (...) Cuanto más estrecha sea la banda de*

<sup>639</sup> CUCCIARDI, Felipe: *La batería acústica*. Valencia. Rivera. 2003.

*frecuencias de un plato más concreto será, y, cuanto más amplia sea, más posibilidades de uso en diferentes contextos estilísticos tendrá. (...) Un plato con pocos armónicos es demasiado concreto y uni – dimensional. Un tono demasiado concreto puede ser irritante para el espectador y demás músicos del grupo y además puede quedarse desafinado en relación con otros instrumentos.*<sup>640</sup>

El sonido de un plato debe ser armónico y constante y las notas que encontramos, tanto por el agudo como por el grave, deben tener una relación armónica para que se mezcle bien con el contexto armónico de la música. Aunque los platos son instrumentos de afinación indeterminada, producen frecuencias en todo el espectro. Su rango de frecuencias predominante determina su carácter. La resonancia de un plato depende de la duración en el espectro agudo ya que es el primero en desaparecer. Es conveniente añadir que debe estar equilibrada la resonancia en el espectro agudo y el grave. Un plato que pierde rápidamente el espectro agudo mientras el grave continúa vibrando mucho más tiempo suele crear una sensación incómoda puesto que al reducir tanto las frecuencias, el tono del plato se vuelve, demasiado concreto.<sup>641</sup>

Todas estas características acústicas de los platos dependen de su método de construcción y el tipo de martilleado que se hace sobre él, que es preferible que se realice a mano para que no sea regular. También influyen de forma decisiva los metales utilizados en la aleación que forma el bronce.<sup>642</sup>

Otro de los elementos característicos de la música Popular es el llamado efecto de *overdrive*,<sup>643</sup> *distorsión* o *fuzz* que se utiliza en las guitarras. Los primeros amplificadores que se crearon para guitarra no tenían calidad suficiente y, a ganancias altas, frecuentemente producían distorsión. Uno de los primeros ejemplos registrados de distorsión en la música rock en 1951 es el de Ike Turner y los *Kings of Rhythm* en la canción "Rocket 88", en la que el guitarrista Willie Kizart utiliza un amplificador que había sido ligeramente dañado en el transporte.

---

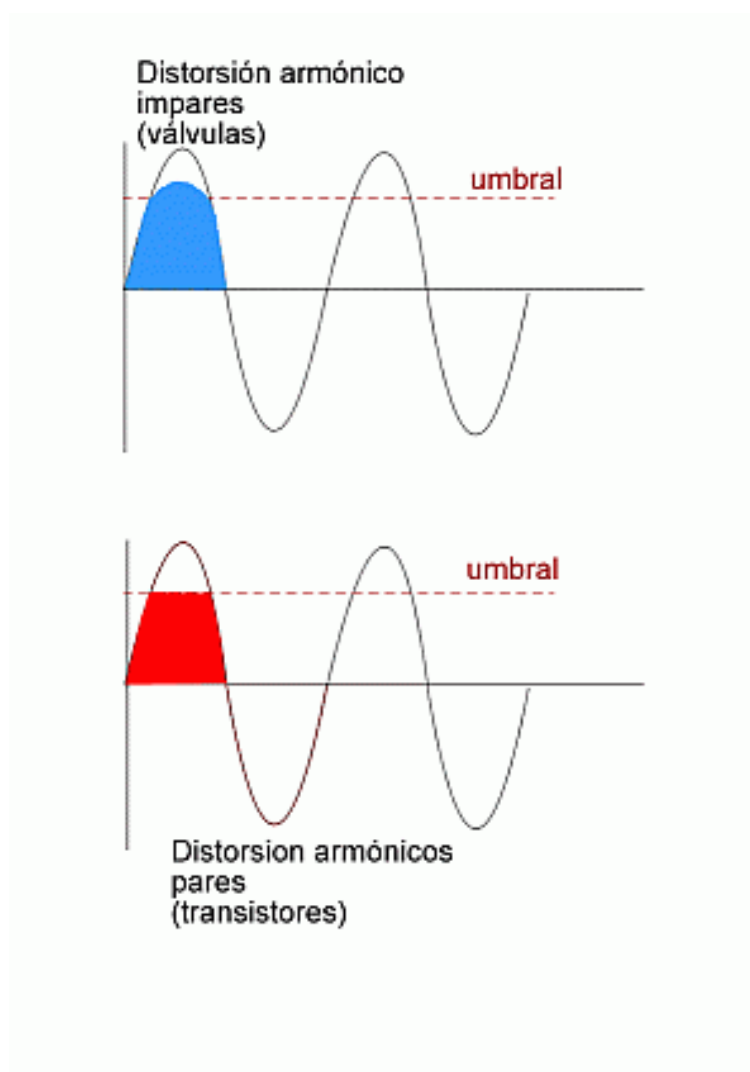
<sup>640</sup> CUCCIARDI, Felipe: *op. cit.*

<sup>641</sup> Este efecto se puede apreciar claramente si se compara un plato de serie baja, como por ejemplo Paiste 302, con uno de serie alta, como por ejemplo Ziljian K. Siempre con las mismas medidas.

<sup>642</sup> El bronce se produce por la aleación de estaño y cobre. También se producen platos con otras aleaciones como cobre y níquel, y cobre y zinc.

<sup>643</sup> Término inglés que denomina este efecto de sobrecarga. Imagen extraída de Wikipedia "*Distortion (music)*", consultado en octubre de 2012.

Entre estos tres términos, que a menudo se utilizan indistintamente, hay sutiles diferencias. El *overdrive* es el más suave de los tres, produciendo tonos cálidos en volúmenes bajos volviéndose más duro y áspero según se va aumentando la ganancia. La *distorsión* produce la misma cantidad de distorsión en cualquier volumen y sus alteraciones de sonidos son mucho más intensas. Un *Fuzzbox* altera una señal de audio hasta hacerla casi una onda cuadrada y añade armónicos complejos por medio de un multiplicador de frecuencia. Estos efectos se utilizan principalmente en guitarras, pero también lo se puede encontrar en teclados como el órgano *Hammond*.



**Ilust. 88:** Onda con distorsión.

El funcionamiento consiste en hacer pasar una señal senoidal por una etapa sobresaturada que, llegado el umbral marcado, se recorta bruscamente convirtiéndose en una onda cuadrada en el caso del amplificador de transistores, mientras que en los amplificadores de válvulas, se deforma el pico de la senoidal pero sin llegar a hacerla tan cuadrada. Esto supone que, descompuestas las señales resultantes en sus correspondientes armónicos, la señal más cuadrada se ha llenado casi exclusivamente de armónicos pares, mientras que en el caso de la de válvulas lo ha hecho de armónicos impares. El efecto que se consigue es un sonido roto pero muy brillante, característico de la música rock y pop. La guitarra eléctrica con distorsión es un efecto sonoro muy característico de los estilos modernos, sobre todo del Rock y el Blues. Los avances tecnológicos han desarrollado el sonido de la guitarra eléctrica hasta el punto de procesarlo y manipularlo para conseguir diferentes efectos.

No obstante, no se puede considerar el efecto del *overdrive* en su origen como algo innovador en la música puesto que similares efectos se encuentran también en la música culta como el efecto *cuivré* (metálico) en los instrumentos de metal que Samuel Adler define de la siguiente manera:

*(...) otro efecto popular, designa un sonido metálico, estridente, que se obtiene al incrementar la tensión labial, soplando más fuerte y con un ataque más duro, haciendo que vibre el propio metal del instrumento.*<sup>644</sup>

En el *free Jazz*, una de las particularidades que encontramos, aparte de estructuras completamente atonales en muchos pasajes, es la autonomía de los sonidos llevando la entonación y el timbre de los instrumentos al campo del ruido.

No debe resultar extraño añadir estos ruidos a la música formando un sonido más complejo puesto que muchos instrumentos, antes de producir la primera nota, producen un pequeño ruido o silbido que se asocia directamente con el sonido que viene después, aunque no influya en el timbre final del instrumento, y nuestro cerebro lo interpreta como un todo sonoro. Schaeffer<sup>645</sup> y Chion<sup>646</sup> se hacen eco de estas

---

<sup>644</sup> ADLER, Samuel: *Tratado de orquestación*. Barcelona. Idea Books. 2006.

<sup>645</sup> *Op. cit.*

<sup>646</sup> *Op. cit.*



situaciones de los instrumentos (aunque Chion habla de sonidos simultáneos no creo que esto suceda así puesto que el segundo sonido es, en esencia, resultado del primero y por lo tanto no se pueden dar a la vez).

## **10. CONCLUSIONES**



De todo lo expuesto se pueden extraer las siguientes conclusiones:

### *Etimología*

La definición de ruido, en la mayoría de los casos, e incluso podría aventurarse que el propio concepto de *ruido* ha permanecido casi inalterado a lo largo de los siglos, aunque se puede apreciar que hay una serie de matices. Aunque el término es origen incierto, tiene un significado claro de suceso sonoro no deseado por el hecho resultar molesto. La polisemia derivada de la palabra viene dada metafóricamente por la afinidad semántica con otros sucesos.<sup>647</sup> Por otro lado, es sorprendente ver la cantidad de sinónimos que tiene la palabra ruido. Se perciben dos vectores semánticos relacionados con la palabra ruido:

- por el grado de intensidad que tiene el suceso sonoro (desde el estrépito al rumor o murmullo).
- si el agente que lo produce es humano o no (algarabía, griterío, etcétera).
- si el agente que lo produce es animal (estampida, zumbido, rugido, etcétera).

Entre las excepciones destacables se observa que en los primeros diccionarios consultados, la palabra ruido podía sugerir algún tipo de confusión al usarse como sinónimo de *sonido* lo que lleva a ver definiciones como *sonido agradable*. Hoy en día no hay tal confusión siendo el ruido un sonido molesto, no deseado y carente de información para la persona que lo oye.

En cuanto al término disonancia, muchas de las definiciones o concepciones de disonancia son muy similares a las del término ruido. En efecto, no es casual la similitud de las definiciones puesto que en muchos casos la sensación auditiva y los efectos que produce la disonancia y el ruido son similares.

---

<sup>647</sup> Ver cap.2. ETIMOLOGÍA. p.57.

El estudio de las fuentes musicales sitúa las teorías pitagóricas como la semilla de un ámbito de conocimiento que irá evolucionando hasta los ensayos que hoy se conocen. El tratado de Boecio, basado en estas teorías pitagóricas, será una de las principales fuentes para los teóricos medievales, renacentistas y barrocos. La similitud de teorías entre los tratadistas no es casual, aunque el aporte personal de cada autor para resolver los temas que tanto preocuparon en la Edad Media y el Renacimiento (la Cuarta y los temperamentos) es de vital importancia para entender el proceso evolutivo dentro del marco teórico de la música.

Las antiguas teorías se basan en las reglas que rigen las diferencias entre consonancia y disonancia en los intervalos y su uso. Las constataciones que vienen a continuación podrían formar parte de una teoría física del ruido, agrupando fenómenos físicos que lo caracterizan (intervalos disonantes, mezcla de timbres, proporciones complejas, grado de intensidad, etcétera). Se puede observar que los intervalos son más consonantes cuanto más simples son sus proporciones y van perdiendo estabilidad y consonancia según se van complicando dichas proporciones, así como el grado de pulsaciones que produce un intervalo crea una sensación de mayor o menor disonancia. Los tratados del siglo XX muestran una visión de la música que no es imparcial puesto que sus teorías se basan en las antiguas teorías o tratados.

Ahora se puede analizar que el paso de la modalidad a la tonalidad, así como la aceptación del *temperamento igual* fue un proceso imprescindible, a pesar de los detractores, que llevó a basar la expresividad musical en un proceso más artístico, como era el tratamiento de la armonía y la melodía, más que en principios físicos y matemáticos que, a veces, poco tenían que ver con el arte musical. A todo este proceso ayudó de forma activa las soluciones “simplistas” que adoptaba la música práctica para resolver determinados problemas, obligando a los músicos teóricos a buscar muchas respuestas a sucesos sonoros que agradaban el oído, pero no eran explicables desde los números.

La naturalidad y versatilidad del sistema musical occidental de 12 notas cromáticas le ha llevado a convertirse en uno de los sistemas más evolucionados que se conocen. A principios del siglo XX, la línea de la evolución musical ha culminado con el estallido en muchas corrientes musicales diferentes que conviven entre sí y que están en

constante cambio, gracias a la posibilidad de acceso a la música, a los medios de comunicación y a la llegada de los soportes musicales que permiten hacer que los sonidos no sean un evento único e irrepetible. La progresiva ruptura de los esquemas armónicos establecidos hasta llegar a la atonalidad, la introducción del ruido en la música y la escritura sin reglas ha supuesto, con certeza, el paso más grande que se ha dado en la historia de la música que responde, como en casos anteriores, a un proceso inevitable de necesidad evolutiva.

Los nuevos lenguajes, basados en el uso sistemático de la disonancia, aun hoy son mirados con cierto recelo por las corrientes neoclásicas que consideran que las nuevas obras no superan el esplendor de épocas pasadas. En los nuevos lenguajes hay un porcentaje muy alto de experimentación que todavía no ha culminado en una sistematización. Esta indeterminación provoca un alejamiento sustancial de cualquier estabilidad y a veces de cualquier orden convirtiéndose en un terreno resbaladizo para las taxonomías y resistiéndose al reduccionismo. La estética del siglo XX impone una nueva forma de pensar basada en la constante innovación en cada creación, motivando un sin fin de corrientes artísticas personales.

### *Percepción*

La hipótesis de trabajo establecía que: *El ruido como fenómeno físico no varía a lo largo del tiempo*. El término disonancia apenas ha variado su significado desde el tratado más antiguo que se ha citado hasta el más moderno. Sensorialmente una disonancia se percibe de forma similar para dos oídos físicamente iguales, por lo tanto, tiene un componente físico que produce esa sensación. Pero, intelectualmente, esta misma disonancia se percibe de forma muy diferente gracias a factores culturales, formativos, de contexto del discurso musical y de la escucha, e incluso, anímicos que de una forma u otra alteran el significado de lo que oímos. Un acorde musical con un timbre complejo puede llegar a parecer un ruido.

Algo similar ocurre con el ruido. En una sociedad cada vez más ruidosa, el ser humano se ha acostumbrado a vivir rodeado de ruidos cada vez más diferentes. La percepción del ruido tampoco ha variado por lo que se sigue oyendo como lo que es en base a unos factores que modifican las sensaciones. Si se elimina el factor de la

intensidad alta (en la que cualquier sonido es ruido y perjudicial), se abre un gran abanico de posibilidades sobre sucesos sonoros deseados o no deseados, comunicativos o no, que pueden parecer más o menos interesantes e, incluso, agradables.<sup>648</sup> El conocimiento de la intencionalidad o involuntariedad del emisor puede variar la capacidad de percepción y sensibilidad para considerar si algo es ruido o no, pero no es suficiente puesto que sólo variaría la predisposición a la escucha. Esta es la conclusión a la que se llega al desarrollar la segunda parte de la hipótesis: *como fenómeno cultural, en su incorporación a la música del siglo XX, qué es ruido o no depende en primer lugar de la intencionalidad artística de los compositores.*

El oído humano no tiene una respuesta de frecuencias plana, se rige en muchas ocasiones por la predicción de lo que va a escuchar, falsea ciertos estímulos y malinterpreta situaciones que producen una relativa percepción de la realidad. Sea por cuestiones físicas o psicológicas la percepción del entorno no es precisa y eso condiciona la capacidad de entender lo que sucede a nuestro alrededor. El cerebro elimina la información que el interés considera innecesaria,<sup>649</sup> completa la información incompleta<sup>650</sup> u ordena la información que considera desordenada<sup>651</sup> que llega a nuestros oídos. Se puede decir que la percepción física del oído (hablando de personas acústicamente sanas) es un fenómeno que se puede enmarcar en el campo de lo que se denomina *objetivo*, pero que la interpretación psicológica del mismo se encuentra dentro de lo que se considera *subjetivo*. Si se elimina el factor que puede ocasionar perjuicio físico como es la intensidad, el resto de factores son percibidos con objetividad por el oído. Una vez superada la barrera física se encuentran un sin fin de obstáculos que predisponen a favor o en contra de escuchar determinados sonidos. Lo que sí es claro es que el cerebro debe percibir o intuir que lo que escucha posee una información (sirenas y bocinas) o conocer, como se dijo, que hay un interés comunicativo.

Esta variabilidad en la percepción produce una interpretación subjetiva del entorno en base a sucesos sonoros objetivos. Esto quiere decir que, generalmente, el ser humano siente como molestos ciertos sonidos, disonancias o situaciones sonoras similarmente ruidosas. La reacción contra el nuevo arte no es casual, las estructuras

---

<sup>648</sup> Ver 8.5.1. El A.S.M.R. p.411 y 8.5.2. El Foley p.412.

<sup>649</sup> Ver cap.8. LA PERCEPCIÓN. p.387.

<sup>650</sup> Ver Tonos diferenciales en 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva. p.429.

<sup>651</sup> Ver experimento de John A. Sloboda en 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva. p.429.

modernas no terminan de hacerse un hueco en la sociedad y aun hoy generan mucho rechazo. Es una reacción objetiva ante las sensaciones que genera el nuevo arte. No obstante, la subjetividad perceptiva está presente y es necesaria ya que permite adaptar, ordenar y simplificar el entorno y, musicalmente hablando, produce una flexibilidad que ha permitido un acercamiento a cualquier manifestación sonora por compleja que sea. Además de aceptar que ciertas variaciones<sup>652</sup> (como el ajuste del *temperamento igual* y los efectos añadidos), así como la inclusión de ciertos ruidos en la música,<sup>653</sup> se conviertan en elementos interesantes, deseables y, a veces, imprescindibles respondiendo a una necesidad expresiva y permitiendo una evolución constante. El cerebro humano percibe estos ruidos como insertos en la música y por lo tanto como parte de ella.

En el test de percepción realizado se ha llegado a estas mismas conclusiones. La predisposición condiciona la escucha y el orden de los sucesos sonoros influye en la percepción de lo que se escucha variando a cada momento la percepción del entorno. La sensación auditiva no es igual cuando se conoce el timbre, o los timbres, que producen determinado sonido influyendo de forma decisiva en la respuesta a ese sonido. No sólo se puede percibir como un ruido o algo molesto, sino que puede generar, además, una sensación de inquietud o sensación de miedo por el hecho de desconocer la procedencia del sonido. Aunque el grupo utilizado para el test es pequeño y se podría haber repetido con grupos mayores, los resultados han sido predecibles, por lo que se ha considerado innecesario repetirlo con un grupo mayor para este trabajo.

Se deducen aquí una serie de pautas para entender la música contemporánea atonal o electroacústica en cualquier de sus formas: Predisposición a la escucha, búsqueda de relaciones temporales y tímbricas y no armónicas, abertura a la sorpresa, lugar para la escucha que favorezca la sensación de seguridad en el oyente. La consideración del ruido como algo nocivo está desapareciendo, ya que la escucha de cierto tipo de ruidos, convenientemente preparados, pueden sugerir sensaciones interesantes e incluso relajantes.<sup>654</sup> De cualquier forma, cualquier ruido que se convierta en agradable se acabará denominando sonido, dejando al término ruido sólo las connotaciones peyorativas y despectivas. Este cambio de mentalidad que exige el nuevo

---

<sup>652</sup> Ver 8.7. Alteraciones o variaciones de la percepción auditiva. p.429.

<sup>653</sup> Ver cap.9. LA MÚSICA POPULAR DEL S.XX. p.457.

<sup>654</sup> CHION, Michel: *op. cit.*



arte sonoro hace que la importancia se centre en la percepción del receptor independientemente de la intencionalidad del emisor. Esto es apreciable en corrientes como el paisaje sonoro, algunos experimentos de la música electroacústica o cuando no se conoce la intencionalidad del compositor. Como se dijo en la hipótesis de trabajo: *finalmente, depende del criterio de los oyentes que, fuera de un contexto codificado y sin una formación específica, tendrán dificultades para determinar si lo que escuchan se trata de ruido o de una manifestación artística.*

Hasta aquí, se ha analizado cómo el proceso evolutivo de la música culmina con la aparición del ruido en el siglo XX como una consecuencia más de la emancipación de la disonancia, musicalmente hablando, y como una consecuencia o reflejo de una sociedad cada vez más ruidosa. Puesto que quedan todavía muchos interrogantes abiertos, a partir de estas conclusiones se pueden abrir varias vías de investigación a preguntas que pertenecen al campo de la música, la psicología, la física, la sociología, etcétera:

- ¿Se puede llegar a apreciar relaciones musicales en los ruidos? Escucha y análisis de los nuevos timbres y sonidos.
- ¿Cómo ha influido el nuevo arte sonoro en la sociedad de la segunda mitad del siglo XX? Se ha visto las causas del ruido, pero, ¿qué consecuencias ha tenido el nuevo arte en la sociedad y la música actual?
- El proceso evolutivo del ruido en el siglo XX. Cómo se ha desarrollado y qué procesos de creación han guiado la evolución del ruido durante el siglo XX. El aporte de los instrumentos electrónicos.
- El paisaje sonoro, la música de la naturaleza: El estudio de los sonidos musicales de la naturaleza. El cuidado y mantenimiento de los paisajes sonoros naturales y la relación con la ecología.
- Aprender a escuchar y aprender a no escuchar: Dentro del campo de la psicología, trabajar la atención al mundo sonoro que nos rodea y trabajar la evasión de ese mismo mundo sonoro cuando produce un perjuicio.

La irrupción del ruido en el arte sonoro del siglo XX como elemento musical obliga a reevaluar nuestras nociones sobre el mismo. El ruido se ha situado en lugar artístico en el que nunca había estado y del que no se va a mover.

## **11. BIBLIOGRAFÍA**



- ADLER, Samuel: *El estudio de la orquestación*. Barcelona. Idea Books. 2006.
- ARISTÓTELES: *Política*. Madrid. Alianza Editorial. 2015.
- ARISTÓTELES: *Acerca del cielo. Meteorológicos*. Madrid. Gredos. 1996.
- ASSELIN, Pierre – Yves: *Musique et Tempérament*. Paris. Editions Costallat. 1985.
- AUGOYARD, Jean – François; TORGUE, Henry: *Repertorio degli effetti sonori*. Lucca. Libreria Musicale Italiana. 2003.
- BACKUS, John: *The Acoustical Foundations of Music*. New York. W W Norton. 1977.
- BERANEK, Leo L.: *Acoustics*. New York. McGraw Hill Book Company, inc. 1954.
- BERENDT, Joachim – Ernst: *El jazz: De Nueva Orleans al jazz rock*. Colombia. Fondo de Cultura Económica. 1962.
- BERMUDO, Juan: *Declaración de instrumentos musicales*. Valladolid. Maxtor. 2009. Ed. Facsímil.
- BLANQUER, Amando: *Técnica del contrapunto*. Madrid. Real Musical. 2001.
- BOETII, Anicii Manlii Torquati Severini: *De institutione musica Libri Quinque*. Leipzig. Godofredus Friedlein. 1867.
- BONASTRE MUÑOZ, Jordi: *Leyes de Maxwell*. Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. PID\_00159138.
- BRENNAN, Richard P.: *Diccionario básico para la actualidad científica*. Traducción española por Luis Bon. Madrid. Celeste Ediciones. 1994.
- BRILLOUIN, Jacques: *HISTOIRE DE LA MUSIQUE, Encyclopédie de la Pléiade*. Dir: Roland Manuel. Editions Gallimard. Paris. 1960. Entrada: Le Son, Phénomène Physique.
- BURKE, Edmund: *De lo sublime y de lo bello*. Madrid. Alianza. 2005.
- BUSONI, Ferruccio: *Esbozo de una nueva estética de la música*. Sevilla. Doble J. 1916.

- CACCIARI, Massimo: *Verso Prometeo. Luigi Nono*. Milán. Ricordi. 1984.
- CAGE, John: *Essay: John Cage*. Madrid. Tecnos / La casa encendida. 2006.
- CAGE, John: *Silencio: conferencias y escritos*. Madrid. Ardora. 2007.
- CALDWELL, John: *La música medieval*. Madrid. Alianza Música. 1984.
- CALES OTERO, Francisco: *Apuntes para un curso de contrapunto severo*. Madrid. Real Conservatorio Superior de Música. 1957.
- CALVO – MANZANO, Antonio: *Acústica físico – musical*. Madrid. Real Musical. 2000.
- CARRIÓN ISBERT, Antoni: *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya, SL. 1998.
- CASELLA, A.; MORIARTI, V.: *La técnica de la orquesta contemporánea*. Buenos aires. Ricordi. 1950.
- CHAILLEY, Jacques: *Compendio de musicología*. Madrid. Alianza Música. 1991.
- CHIANURA, Claudio; TARTARI, Leïha: *L'Arte dei rumori: Luigi Russolo e la musica futurista*. Milano. Auditorium. 2009.
- CHION, Michel: *El sonido*. Barcelona. Paidós. 1999.
- COHEN, H. Floris. *Quantifying Music: The Science of Music at the First Stage of the Scientific Revolution, 1580 – 1650*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. 1984.
- CUCCIARDI, Felipe: *La batería acústica*. Valencia. Rivera. 2003.
- CULVER, Charles A.: *Musical acoustics*. Philadelphia. The Blakiston Company. 1951.
- DE LA MOTTE, Diether: *Armonía*. Madrid. Mundimúsica. 2007.
- DE LA MOTTE, Diether: *Contrapunto*. Barcelona. Idea Books. 1998.
- DE PEDRO CURSÁ, Dionisio: *Teoría completa de la música*. vol.1. 4ª Edición. Madrid. Real Musical. 2014.

DE PEDRO CURSÁ, Dionisio: *Teoría completa de la música*. vol.2. Madrid. Real Musical. 1992.

DEMERS, Joanna: *Listening through the noise. The aesthetics of experimental electronic music*. New York. Oxford University Press, Inc. 2010.

DESCARTES, René: *Compendio de música*. Madrid. Tecnos. 2001.

DONINGTON, Robert: *La música y sus instrumentos*. Madrid. Alianza. 1998.

ECO, Umberto: *Historia de la fealdad*. Barcelona. Lumen. Ed. 2007. Traducido por María Pons Irazazábal.

FORNS, José: *Estética aplicada a la música*. 2 vol. Novena Edición. Madrid. Imprenta de José Luis Cosano. 1972.

FUBINI, Enrico: *Música y lenguaje en la estética contemporánea*. Madrid. Alianza. 2001.

FUBINI, Enrico: *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo xx*. Madrid. Alianza. 2002.

FURTWÄNGLER, Wilhelm: *Conversaciones sobre música*. Barcelona. Acantilado. 2011. Traducción de J. Fontcuberta.

FUX, Johann Joseph: *Gradus ad Parnasum*. Granada. Universidad de Granada. 2010.

GALLAGA SABÍN, Juan María: *Estudio completo de las comas acústicas y del resto de los intervalos en los distintos sistemas de afinación*. Bilbao. Beta. 2007.

GÁMEZ, Luis: *El arte del ruido*. Barcelona. Alpha Decay. 2012.

GARCÍA, Manuel Patricio Rodríguez: *Tratado completo del arte del canto*. Manuel García. Mungia (Vizcaya). Reichenberger. 2012.

GARCÍA PÉREZ, Amaya Sara: *El concepto de consonancia en la Teoría Musical: De la Escuela Pitagórica a la Revolución Científica*. Salamanca. Universidad Pontificia de Salamanca. 2006.

GEDALGE, André: *Tratado de fuga*. Madrid. Real Musical. 1990.

GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. Javier: *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid. Alianza. 2000.

GRIFFIN, Donald R.: *Ecos de murciélagos y hombres*. Eudeba. Buenos Aires. 1960.

GROUT, Donald; PALISCA, Claude V: *Historia de la música occidental*. 2 Vol. Madrid. Alianza Música. 1990.

HAINGE, Greg: *Noise matters: Towards an Ontology of Noise*. New York. Bloomsbury. 2013.

HAWKING, Stephen: *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*. Barcelona. Crítica. 2005. Traducción al castellano de David Jou, J. L. Arántegui Tamayo, Carlos Mínguez, Mercedes Tesal, Carlos Solís, Javier Sábada, Eloy Rada y Javier García.

HEGARTY, Paul: *Noise / Music. A History*. London. Continuum. 2007.

HEGARTY, Paul: *Reverberations. The philosophy, aesthetics and politics of noise*. London. Continuum. 2012.

HELMHOLTZ, Hermann von: *On the sensations of tone*. New York. Dover. 1954.

HENDY, David: *NOISE. A human history of sound and listening*. London. Profile Books. 2014.

HERBST, Johann: *Musica poetica*. Nuremberg. 1643.

HERRERA, Enric: *Técnicas de arreglos para la orquesta moderna*. Barcelona. Antoni Bosch. 1987.

HERRERA, Enric: *Teoría de la música y Armonía*. Barcelona. Antoni Bosch. 1984.

HONEGGER, Marc: *Dictionaire de la Musique. Science de la Musique*. Paris. Ed.Bordas. 1976.

ISACOFF, Stuart: *Temperamento: Storia di un enigma musicale*. Torino. EDT. 2005.

JACOBS, A.: *Penguin Dictionary of Music*. Middlesex, England. Penguin Books LTD. 1991.

- JUNG, Carl G.: *El hombre y sus símbolos*. Barcelona. Paidós Ibérica. 1995.
- KÁROLYI, Ottó: *Introducción a la música del siglo xx*. Madrid. Alianza. 2000.
- KEPLER, Johannes: *El secreto del universo*. Madrid. Alianza Editorial. 2013.
- KOSKO, Bart: *Noise*. New York. Penguin Group. 2006.
- KRENEK, Ernst: *Autobiografía y estudios*. Madrid. Rialp. 1965.
- LALO, Charles: *Bosquejos de una Estética Científica*. Traducción española por J.Ontañón Arias. Madrid. Ed.Daniel Jorro.1927.
- LAMPERTI G. B.: *The technics of Bel canto (1905)*. Edición de Gregory Blankenbeller. Luxembourg. Createspace Amazon Company. 2012.
- MACRAN, Henry S., M.A.: *The Harmonics of Aristoxenus*. Oxford. Oxford at the Claredon Press. 1902.
- MELCIOR, Carlos José: *Diccionario Enciclopédico de la Música*. Lérida. Imprenta Barcelonesa Alejandro García. 1859.
- MICHELS, Ulrich: *Atlas de Música*. Vol.I. Madrid. Alianza Editorial. 1996.
- MICHELS, Ulrich: *Atlas de Música*. Vol.II. Madrid. Alianza Editorial. 1996.
- MILLER, Richard: *On the Art of Singing*. New York. Oxford University Press. 1996.
- MIYARA, Federico: *Acústica y sistemas de sonido*. Rosario. UNR. 2006.
- MOZART, Leopold: *A treatise on the fundamental principles of violin playing*. Oxford. Oxford University Press. 1985.
- NASSARRE, Pablo: *Fragmentos Musicos: Repartidos en quatro tratados. En que se hallan reglas generales, y muy necesarias para Canto Llano, Canto de Organo, Contrapunto, y Composicion*. Madrid. 1770. Edición facsímil. Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.). Zaragoza. 1988.
- NETTLES, Barrie: *Harmony*. 4 Vol. Berklee. Berklee College of Music. 1987.
- NIGHTINGALE, Florence: *Notas sobre enfermería. Qué es y qué no es*. Barcelona. MASSON S.A. 2002



- OLAZABAL, Tirso de: *Acústica Musical y Organología*. Buenos Aires. Ricordi Americana. 1954.
- OTAOLA GONZÁLEZ, Paloma: *El De musica de San Agustín y la tradición pitagórico-platónica*. Valladolid. Estudio Agustiniano. 2005.
- OTAOLA GONZÁLEZ, Paloma: *Tradición y modernidad en los escritos musicales de Juan Bermudo*. Zaragoza. Reichenberger. 2000.
- PADVANI, Ioannis: *Institutiones ad diversas*. Verona. 1578.
- PALMA, Athos: *Tratado completo de Armonía*, 3 Vol. Buenos Aires. Ricordi. 1944 – 1945.
- PERSICHETTI, Vicent: *Armonía del siglo xx*. Madrid. Real Musical. 1985.
- PIERCE, John R.: *Los sonidos de la música*. Barcelona. Prensa Científica, S.A. Editorial Labor. 1985.
- PISTON, Walter: *Armonía*. Barcelona. Labor. 1991.
- PLATÓN: *Íón. Timeo. Critias*. Madrid. Alianza Editorial. 2016.
- PLATÓN: *La República*. Madrid. Austral. 2011.
- PLATÓN: *Las Leyes*. Madrid. Alianza Editorial. 2014.
- PLUTARCO: *Obras morales y de costumbres*. Edición de Manuela García Valdés. Madrid. Akal. 1987.
- PTOLOMEO, Claudio: *Armónicas*. Málaga. Miguel Gómez Ediciones. 1999.
- QUANTZ, Johann Joachim: *Ensayo de un método para tocar la flauta travesera*. Madrid. Dairea. 2015.
- QUINTILIANO, Arístides: *Sobre la música*. Madrid. Editorial Gredos. 1996.
- RAMEAU, Jean Philippe: *Treatise on Harmony*. New York. Dover. 1971.
- RAMOS DE PAREJA, Bartolomé: *Música práctica*. Madrid. Alpuerto. 1990.

- RECUERO LÓPEZ, Manuel: *Ingeniería Acústica*. Madrid. Ediciones Paraninfo S.A. 1999.
- RECUERO LÓPEZ, Manuel: *Acústica de Estudios para Grabación Sonora*. Segunda Edición. Madrid. Instituto Oficial de RadioTelevisión Española. 1993.
- REDFIELD, John: *Música, Ciencia y Arte*. Buenos Aires. Eudeba. 1961.
- REGER, Max: *Contribuciones al estudio de la modulación*. Madrid. Real Musical. 1978.
- RENOLD, Maria: *Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch  $c = 128$  Hz*. East Sussex. Temple Lodge. 2004.
- RETI, Rudolph: *Tonalidad, atonalidad, pantonalidad*. Madrid. Rialp. 1965.
- RICO ORTEGA, Agustín: *Protección frente al ruido. Tomo I: Fundamentos*. España. Tórculo Edicions. 2008.
- RIMSKY – KORSAKOV, Nikolái: *Tratado práctico de armonía*. Buenos Aires. Ricordi. 1997.
- ROEDERER, Juan: *Introduction to the Physics and Psychophysics of music*. New York. Springer Verlag. 1973.
- ROUSSEAU, Jean Jacques: *Dictionaire de la Musique*. Geneve. (edición original sin fecha).
- RUSSOLO, Luigi: *The Art of Noises*. Ubuclassics, Michael Tencer. 2004. Original "L'arte dei Rumori" de 1913. En: [www.ubu.com].
- SALINAS, Francisco: *Siete libros sobre música*. Madrid. Alpuerto. 1983.
- SCHAEFFER, Pierre: *Tratado de los Objetos musicales*. Madrid. Alianza. 1998.
- SCHAEFFER, Pierre: *¿Qué es la música concreta?*. Buenos Aires. Nueva visión. 1959.
- SCHAFER, R. Murray: *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires. Ricordi. 1969.
- SCHAFER, R. Murray: *Limpieza de oídos*. Buenos Aires. Ricordi. 1967.
- SCHAFER, R. Murray: *The tuning of the World*. New York. Alfred A. Knopf. 1977.

- SCHOENBERG, Arnold: *Cartas*. Madrid. Turner. 1987.
- SCHOENBERG, Arnold: *Funciones estructurales de la armonía*. Barcelona. Idea Books. 1999.
- SCHÖNBERG, Arnold: *Armonía*. Madrid. Real Musical. 1974.
- SCHÖNBERG, Arnold: *Fundamentos de la composición musical*. Madrid. Real Musical. 1989.
- SCHOPENHAUER, Arthur: *Parerga y Paralipómena*. Madrid. Letras Clásicas. 2009.
- SCHOPENHAUER, Arthur: *Pensamiento, palabras y música*. Madrid. Edaf. 2004.
- SETHARES, William A.: *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. Second Edition. London. Springer-Verlag. 2005.
- SLOBODA, John A.: *La mente musical: La psicología cognitiva de la música*. Madrid. Machado. 1985.
- SOLER, Antonio: *Llave de la modulación y antigüedades de la musica*. Madrid. 1762.
- STRAVINSKI, Ígor: *Poética musical*. Barcelona. Acantilado. 2006.
- SUPPER, Martin: *Música electrónica y música con ordenador*. Madrid. Alianza. 1997.
- TARTINI, Guiseppe: *Trattato di musica. Secondo la vera scienza dell' armonía*. Padova. 1754. Facsímil.
- TIRRO, Frank: *Historia del Jazz moderno*. Barcelona. Robinson, s.l. 2001.
- TORRE BERTUCCI, José: *Tratado de contrapunto*. Buenos aires. Ricordi. 2005.
- TRUAX, Barry: *Handbook for Acoustic Ecology*. Second Edition. Cambridge. Cambridge Street Publishing. 1999.
- TURINA, Joaquín: *Enciclopedia abreviada de la música*. Madrid. Biblioteca Nueva. 1996.
- TYNDALL, John: *Sound*. New York. D. Appleton & Co. 1915.

VICENTINO, Nicolà: *L'antica musica ridotta alla moderna prattica*. Roma. Antonio Barre. 1555.

VOEGELIN, Salome: *Listening to noise and silence*. London. Bloomsbury 3PL. 2010.

VV.AA.: *Documento Básico HR Protección contra el ruido*. España. Ibergarceta Publicaciones S.L. 2009. Ministerio de la Vivienda.

VV.AA.: *Física clásica y moderna*. Madrid. McGraw Hill. 1991.

VV.AA.: *Glosario de términos acústicos*. Colección: Temas de Acústica-Vol. 3. Madrid. Sociedad Española de Acústica. 2012.

VV.AA.: *History of Psychology, Fourth Edition*. New York. McGraw Hill. 2004.

VV.AA.: *Teoría de la música*. 4 Vol. Madrid. Sociedad Didáctico – Musical. 1979.

VV.AA.: *Tratado de armonía*. 2 Vol. Madrid. Sociedad Didáctico – Musical. 1959.

ZAMACOIS, Joaquín: *Temas de estética y de historia de la música*. Barcelona. Idea Música. 2003.

ZAMACOIS, Joaquín: *Teoría de la música*, 2 Vol. Barcelona. Labor. 1949.

ZAMACOIS, Joaquín: *Tratado de armonía*, 3 Vol. Barcelona. Labor. 1945 – 1948.

ZARLINO, Gioseffo: *Le Istitutioni harmoniche*. Venecia. Francesco dei Franceschi Senese. 1558.

### 11.1. Artículos

AMPHOUX, Pascal: “Aux ecoutes de la ville”, En: *Cresson*, n° 94. Grenoble. 1991.

ANDERSON, L. M.; MULLIGAN, B. E.; GOODMAN, L. S.; REGEN, H. Z.: “Effects of sounds on preferences for outdoor settings”, En: *Environment and Behavior*, 15(5), 539 – 566. 1983.

ARACIL, Alfredo: “Un poco de historia: Diseños sonoros en los jardines del Renacimiento y Barroco”, En: *I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes*. 2007. Publicado en: [[http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\\_sonoros/p\\_sonoros01/aracil/aracil\\_01.htm](http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/aracil/aracil_01.htm)]. Consultado en junio de 2015.

BARENBOIM, Daniel: “How to listen – Daniel Barenboim”, En: [<https://www.youtube.com/watch?v=Ko7XnNNwbVQ>]. Vídeo publicado en el canal ‘Peral Music’ el 7 de mayo de 2014. Consultado en diciembre de 2016.

BEANENT, John: “Hearing”. En: *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. London. Ed. by Staley Sadie. Macmillan Publishers Limited. 1980.

BERNARDI, L.; PORTA, C.; SLEIGHT, P.: “Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence”. En: *US National Library of Medicine / National Institutes of Health*. Septiembre de 2005. doi: 10.1136/hrt.2005.064600.

BRONKHORST, Adelbert W.: “The Cocktail Party Phenomenon: A Review on Speech Intelligibility in Multiple – Talker Conditions”, En: *Acta Acustica united with Acustica* 86: 117 – 128. 2000. Consultado en abril de 2011.

CARLES, José Luis: “El paisaje sonoro, una herramienta interdisciplinar: análisis, creación y pedagogía con el sonido.”, En: *I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes*. 2007. Publicado en: [[http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\\_sonoros/p\\_sonoros01/carles/carles\\_01.htm](http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/carles/carles_01.htm)]. Consultado en junio de 2015.

CARLES, J. L.; LÓPEZ BARRIO, I.; DE LUCIO, J. V.: “Sound influence on landscape values”, En: *Landscape and Urban Planning* 43, 191 – 200. 1999.

COX, Trevor: “Pitch shifting to 432 Hz doesn’t improve music. A scientific test of 440 Hz vs 432 Hz”, En: [<https://acousticengineering.wordpress.com/2013/12/13/pitch-shifting-to-432-hz-doesnt-improve-music/>]. Publicado en diciembre de 2013. Consultado en febrero de 2017.

CREGO MORÁN, Juan Andrés: “Desde el ruido”, En: *AusArt* 3 (2): 106-116. DOI: 10.1387/ausart.15942. 2015.

DOUCLEFF, Michaelleen: “Why Pygmies Aren't Scared By The 'Psycho' Theme”, En: [<http://www.npr.org/sections/goatsandsoda/2015/01/09/375418410/why-pygmyies-arent-scared-by-the-psycho-theme>], Publicado el 9 de enero de 2015 en la revista *NPR*. Consultado en Enero de 2017.

----: “Enfermos por el ruido del tráfico”, En: *Diario EL MUNDO (corazón)*. Madrid. Publicado el 3 de marzo de 2011. [[www.elmundo.es](http://www.elmundo.es)].

FELDMANN, H.: “History of the tuning fork. I: Invention of the tuning fork, its course in music and natural sciences. Pictures from the history of otorhinolaryngology, presented by instruments from the collection of the Ingolstadt German Medical History Museum”. En: *Laryngo-rhino-otologie* 76 (2): 116–22. doi:10.1055/s-2007-997398. PMID 9172630. 1997.

GARIEL, Charles: “Etude de la Sensation sonore en Acoustique Musicale.” En: *Encyclopedie de la musique et dictionnaire du conservatoire. Deuxieme Partie, Technique Estetique – Pedagogie – Tendances de la Musique – Technique Generale*. Paris. Librerie Delagrave. 1925.

GUILLÉN, J. D.; LÓPEZ BARRIO, I.: “Influencia del significado en las preferencias sonoras”, En: *Estudios de Psicología*, 25(1), 73 – 88. 2004.

GUZMÁN, Marco: “Vibrato en cantantes”. En: [[www.vozprofesional.cl](http://www.vozprofesional.cl)]. 2009. Consultado en diciembre de 2012.

HEGARTY, Paul: 2001. "Full with Noise: Theory and Japanese Noise Music", En: *Ctheory.net*, [<http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=314>]. Publicado el 8 de noviembre de 2001. Consultado en enero de 2017.

ITTELSON, William H.: "Environmental Perception and Contemporary Perceptual Theory". En: ITTELSON, W. H. (ed.): "*Environment and Cognition*". New York. Seminar Press. 1973. pp.1 – 19.

KAMEOKA, Akio; KURIYAGAWA, Mamoru: "Consonance Theory Part:I Consonance of Dyads". En: *Journal of the Acoustical Society of America* 45. 1969. pp.1451 – 1459.

KARIEL, H. G.: "Mountaineers and the general public: a comparison of their evaluation of sounds in a recreational environment", En: *Leisure Sciences*, 3(2), 155 – 167. 1980.

KIRSTE, Imke; NICOLA, Zeina; KRONENBERG, Golo; WALKER, Tara L.; LIU, Robert C.; KEMPERMANN Gerd.: "Is silence golden? Effects of auditory stimuli and their absence on adult hippocampal neurogenesis", En: *Brain Struct Funct* (2015) 220:1221–1228. DOI 10.1007/s00429-013-0679-3. Publicado en diciembre de 2013. [[www.Springerlink.com](http://www.Springerlink.com)] , consultada en enero de 2017.

LANG, Susan S.: "Study of German children living near airports shows jet aircraft noise impairs long-term memory and reading ability" En: *Cornell Chronicle. Cornell University*. 7 de octubre de 2002.

LEVY, Fabien: "Le tournant des années 70 : de la perception induite par la structure aux processus déduits de la perception", En: *Le temps de l'écoute : Gérard Grisey ou la beauté des ombres sonores*, L'Harmattan/L'itinéraire. Paris. 2004.

LÓPEZ, José María: "La afinación del acordeón", En: [<http://acordeon-josemarialopez.blogspot.com.es/2011/03/la-afinacion-en-el-acordeon.html>], publicado el 20 de marzo de 2011. Consultado en mayo de 2012.

LÓPEZ BARRIO, I.: "El significado del medio ambiente sonoro en el entorno urbano", En: *Estudios Geográficos*, LXIII, 244, 447 – 466. 2001.

MACISAAC, Tara: "Música afinada a 432 Hz: ¿vibra a un nivel divino?" En: *La Gran Época. Periodismo con valores*. Publicado el 13 de agosto de 2015.

[<http://www.lagranepoca.com/ciencia-y-tecnologia/explorando-enigmas/14689-musica-afinada-a-432-hz-vibra-a-un-nivel-divino.html>]. Consultado en marzo de 2017.

MARÍN, Clara: “Asocian el ruido del tráfico a la mortalidad por diabetes”, En: *Diario EL MUNDO (Salud)*. Madrid. Publicado el 20 de agosto de 2014. [[www.elmundo.es](http://www.elmundo.es)].

McDERMOTT, Josh H.; SCHULTZ, Alan F.; UNDURRAGA, Eduardo A.; GODOY, Ricardo A.: “Indifference to dissonance in native Amazonians reveals cultural variation in music perception”, En: *Revista Nature*, [<http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature18635.html>], publicado el 13 de julio de 2016. Consultado en enero de 2017.

MIYARA, Federico: “Aplicaciones de la Norma IRAM 4062 a ruidos molestos de muy bajo nivel”, En: *Primeras jornadas regionales de acústica – AdAA 2009*. Rosario, Argentina. 19 y 20 de noviembre de 2009. Consultado en enero 2013.

MIYARA, Federico: “Música y ruido”, En: *Revista Tecnopolitan*, número de marzo – abril 2001. [<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonmurui.pdf>], consultado en enero de 2012.

MORAN, Joseph M.; KELLEY, William M.; HEATHERTON, Todd F.: “What can the organization of the brain’s default mode network tell us about self-knowledge?”, En: *Front. Hum. Neurosci.* 7:391. doi: 10.3389/fnhum.2013.00391. Publicada en Julio de 2013. [<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00391>], consultada en febrero de 2017.

MORAY, Neville: “Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions”, En: *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 11 (1): 56 – 60. 1959. ISSN 0033-555X. Consultado en 2011.

PALMESE, Cristina: “El diseño sonoro del espacio construido. Entre la intuición y el método.”, En: *I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros del Centro Virtual del Instituto Cervantes*. 2007. Publicado en: [[http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\\_sonoros/p\\_sonoros01/palmese/palmese\\_01.htm](http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/palmese/palmese_01.htm)]. Consultado en junio de 2015.

PLOMP, R.; LEVELT, W. J. M.: “Tonal Consonance and Critical Bandwidth”, En: *Institute for Perception RVO-TNO, Soesterberg, Netherlands. J. Acoust. Soc. Am.* 38, 548 – 560. 26 de abril de 1965.



PLOMP, R.; LEVELT, W. J. M.: “Perception of tonal consonance”. En: *Center of cognitive studies*. Harvard University, Cambridge (Mass) USA. 1966.

PRATT, R. L.; DOAK, P. E.: “A subjective rating scale for timbre”. En: *Journal of Sound and Vibration* 45. 317. 1976.

ROSENFELD, Laurent: “How the Nazis ruined musical tuning”. En: *Executive Intelligence Review*. Vol.15, n° 35. Publicado el 2 de septiembre de 1988. [<http://www.larouchepub.com/eiw/public/1988/eirv15n35-19880902/index.html>]. Consultado en marzo de 2017.

STAMAC, I.: “Acoustical and Musical Solution to Wave – driven Sea Organ in Zadar”, En: *Actas del 2º Congreso asociación de Acústica de los Alpes – Adria y 1º Congreso de la Sociedad Acústica de Croacia*. 2005.

SOUTHWORTH, M.: “The sonic environment of cities”, En: *Environment and Behavior*, 1, 49 – 70. 1969.

SOZIO, Juan A.: “Los Fonoproductores. Contribución al estudio la Organología Musical.” En: *Revista del Instituto de Investigación Musicológica Carlos Vega*. Universidad Católica Argentina. Año 4, N°4, Buenos Aires. 1981. pp.83 – 89.

SOZIO, Juan Ángel: “Yo oigo, tú oyes, el oye... Una investigación acerca de las definiciones de «sonido».”. En: *Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos Interamericanos de Investigación en Educación Musical*. 2001. En: [<http://www.revistas.unam.mx/index.php/cem/article/view/7310>]. Consultado en enero de 2017.

TOLOSA CABANÍ, Ferran: “Efectos del ruido sobre la salud”, En: *Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares*. [<http://www.yogareikireus.es/category/estudios-interesantes/>] 2010. Consultado en abril de 2012.

VV.AA.: “Vibrato de la voz cantada. Caracterización acústica y bases fisiológicas.”, En: *Rev. Med. Univ. Navarra /Vol. 50, n°3*. 2006.

YONG, Ed: "The surprising musical preferences on an Amazon tribe", En: *Revista The Atlantic*. [<http://www.theatlantic.com/science/archive/2016/07/music-to-our-west>]. Publicado el 13 de julio de 2016. Consultado en enero de 2017.

## 11.2. Diccionarios y enciclopedias

BARCIA, Roque: *Primer Diccionario General Etimológico de la Lengua Española*. Tomo cuarto. Madrid. 1882.

DE MIGUEL, Raimundo: *Nuevo Diccionario Latino – Español etimológico*. Madrid. Visor libros. 2003. Ed. Facsímil.

DE TERREROS Y PANDO, Esteban: “*Diccionario Castellano con las voces de ciencias y artes y sus correspondientes en las tres lenguas: Francesa, Latina é Italiana*” Madrid. Imprenta de la viuda de Ibarra, Hijos y Compañía. 1788. Tomo Tercero.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Banco de datos (CORDE) [en línea]. Corpus diacrónico del español. [<http://www.rae.es>], consultado en diciembre de 2016.

*Diccionario de la lengua castellana compuesto por la Real Academia Española reducido a un tomo para su más fácil uso*. Segunda Edición. Madrid. Real Academia Española 1783. En:

[<http://bib.cervantesvirtual.com/seccion/lengua/psegundonivel.jsp?conten=historialengua&pagina=lexicografias&tit3=Biblioteca+Filológica>], consultado en marzo de 2011.

*Diccionario de la lengua castellana por la Real Academia Española*. Décimocuarta edición. Madrid. Imprenta de los sucesores de Hernando. 1914. En: [<http://buscon.rae.es/ntlle/SrvltGUIMenuNtile?cmd=Lema&sec=1.0.0.0.0.>], consultado en marzo de 2011.

*Diccionario de sinónimos y antónimos*. Madrid. Espasa – Calpe. 2005. En: [<http://www.wordreference.com/sinonimos/ruido>], consultado en marzo de 2011.

*Diccionario monolingüe PONS Kompaktwörterbuch Deutsch als Fremdsprache*. Madrid. Vox. 2006.

*Diccionario Italiano – Español, Spagnuolo – Italiano*. Barcelona. Hyma Cuyás. 1968.

*Diccionario Manual Amador Alemán – Español y Español – Alemán*. Barcelona. Ramón Sopena. 1956.

*Diccionario Manual Amador Francés – Español y Español – Francés*. Barcelona. Ramón Sopena. 1963.

*Diccionario Manual Amador Inglés – Español y Español – Inglés*. Barcelona. Ramón Sopena. 1956.

*Petit Larousse illustré*. Canadá. Larousse. 1989.

*Diccionario Ilustrado SPES Latino – Español, Español – Latino*. Madrid. Vox. 1979. Duodécima edición.

*Diccionario Palladium de Latín on line*. En:

[[http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5\\_aps/eslap03.htm](http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5_aps/eslap03.htm)], consultado en marzo de 2011.

*Diccionario Larousse de Francés on line*. En:

[<http://www.larousse.com/es/diccionarios/frances/>], consultado en marzo de 2011.

*Dizionario etimológico de Italiano on line*. En: [<http://www.etimo.it/>], consultado en marzo de 2011.

*Diccionario etimológico de Inglés on line*. En: [<http://dictionary.reference.com/>], consultado en marzo de 2011.

*Gran Enciclopedia del Mundo*. Vol. 15. Bilbao. Durvan. 1963.

*Gran Enciclopedia del Mundo*. Vol. 16. Bilbao. Durvan. 1963.

*Gran Enciclopedia del Mundo*. Vol. 20. Bilbao. Durvan. 1964.

*Internacional Electrotechnical Commission*, IEC 60050. En: [<http://std.iec.ch/iec60050>].

*Nueva Enciclopedia Temática Planeta*. Vol. 8. Barcelona. Planeta. 1990.

### 11.3. Tesis doctorales

CARLES, José Luis: *La dimensión sonora del medio ambiente. Relación entre modalidad sonora y modalidad visual en la percepción del paisaje*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Ecología. Madrid. 1995.

PALMESE, Cristina: *Sobre la identidad de la ciudad. El estudio de la interacción audiovisual en las nuevas herramientas para el proyecto. El caso de cuenca*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Departamento de Proyectos Arquitectónicos. 2014.

GARCÍA MARTÍN, Rubén: *La teoría de la armonía de las esferas en el libro quinto de Harmonices Mundi de Johannes Kepler*. Trabajo fin de Master en Música Hispana. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Salamanca. 2009.

#### 11.4. Normativa

“Normativa de ruido y Vibraciones”. En: *Servicio de Normativa Técnica, Supervisión y Control*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid. 2004. Consultado Agosto de 2012.

“Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido”. En: *Boletín Oficial del Estado*, nº 276 de 18 de noviembre de 2003, pp.40494 – 40505.

“Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.”

En: *Diario Oficial* nº L 189 de 18/07/2002 pp.0012 – 0026

[[http://www.juristas-ruidos.org/Normativas/Eur\\_32002L0049.pdf](http://www.juristas-ruidos.org/Normativas/Eur_32002L0049.pdf)].

“Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.” En: *Boletín Oficial del Estado* nº 301 de 17 de diciembre de 2005, pp.41356 – 41363.

“Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.” En: *Boletín Oficial del Estado* nº 254 de 23 de octubre de 2007, pp.42952 – 42973.

“Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, o CTE.” En: *Boletín Oficial del Estado* nº 74 de 28 de marzo de 2006, pp.11816 – 11831.

“Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, o RD DB-HR.” En: *Boletín Oficial del Estado* nº 254 de 23 de octubre de 2007, pp.42992 – 43045.

“Decreto 48/1998, de 30 de julio, de protección del medio ambiente frente al ruido, o Decreto Ruido-RM.” En: *Boletín Oficial de la Región de Murcia de 6 de Agosto de 1998*.

UNE-ISO 1996-2:2009. “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.” Equivalencia internacional: ISO 1996 – 2:2007. En: [<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0043828#.WG7iXH2uYfB>]. Consultado en noviembre de 2016.

“Condiciones que deben reunir los vehículos de transporte sanitario de Cruz Roja Española” En: *Cruz Roja Española* [<http://www.cruzroja.es>], Versión 4.0. Madrid. 1998. Consultado en mayo 2012.

### 11.5. Páginas web de interés (consultadas entre 2011 – 2017)

[<http://www.rae.es/>], Real Academia Española *on line*.

[<http://www.cervantes.es/default.htm>], Instituto Cervantes.

[<http://www.chmtl.indiana.edu/tml/start.html>], Thesaurus Musical Latinarum. Universidad de Indiana. E.E.U.U.

[<http://www.chmtl.indiana.edu/smi/>], Thesaurus Musicarum Italicarum. Universidad de Indiana. E.E.U.U.

[<http://www.documentacatholicaomnia.eu/>], Documenta Catholica Omnia.

[<http://www.boe.es/>], Boletín Oficial del Estado.

[<http://www.who.int/es/>], Organización mundial de la salud.

[<http://www.who.int/topics/noise/es/>], Organización mundial de la salud (Normativa de ruido).

[<http://imslp.org/>], International Music Score Library Project.

[<http://www.spanish.hear-it.org/>], Página sobre la salud auditiva. España.

[<http://www.ruidos.org/>], ahora en [<http://www.juristas-ruidos.org/>], Juristas contra el ruido. Página especializada en contaminación acústica.

[<http://www.sisma.net63.net/index.htm>], Página de SISMA (Servicios en Medio Ambiente) sobre el ruido de la región de Murcia, consultada en enero de 2013.

[[http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes\\_sonoros/p\\_sonoros01/](http://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/)], I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros. Centro virtual Cervantes, Instituto Cervantes. Consultado en diciembre de 2016.

[<http://www.acusticaweb.com/>], Página sobre acústica. Consultada en varias ocasiones durante el año 2016.



[<http://acusticaysonido.com/>], Portal divulgativo de acústica y sonido. Consultado en 2017.

[<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208038/ContLin/index.html>], Página de la Universidad Nacional Abierta y a distancia. Electroacústica aplicada a la música. Consultada en noviembre de 2016.

[<http://www.wikipedia.org>], Enciclopedia libre Wikipedia.

[<https://es.wikiarquitectura.com/>], Enciclopedia libre Wikiarquitectura. Consultado en diciembre de 2016.

[<http://www.pianored.com/historia-musica-pop.html>], Página dedicada al piano. Consultada en septiembre de 2012.

[<http://www.johncage.org>], Página sobre el compositor John Cage. Consultada en diciembre de 2016.

[<https://www.elbphilharmonie.de/>]. Consultada en enero de 2017.

[<https://boulezsaal.de/home>]. Pierre Boulez Saal en Berlín. Consultada en febrero de 2017.

[<http://www.campaners.com>], Web sobre las campanas. Consultada en diciembre de 2016.

[<http://tenneco.com>], TENNECO Automotive Engineering Center. Consultada en enero de 2017.

[[https://www.researchgate.net/journal/1520-8524\\_The\\_Journal\\_of\\_the\\_Acoustical\\_Society\\_of\\_America](https://www.researchgate.net/journal/1520-8524_The_Journal_of_the_Acoustical_Society_of_America)], The Journal of the Acoustical Society of America.

[<http://www.acta-acustica-united-with-acustica.com/journal-information/free-toc-and-abstracts.html>], Acta Acustica united with acustica. The Journal of the European Acoustics Association (EAA). International Journal on Acoustics.

[<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-sound-and-vibration/>], Journal of Sound and Vibration.

[<http://www.sea-acustica.es/>], Sociedad Española de Acústica. Consultada en enero de 2017.

[<https://www.applied-acoustics.com/>], Applied Acoustics Systems. Consultada en enero de 2017.

[<http://www.earlymusicsources.com>], Early music sources. Consultada en febrero de 2017.

[<https://www.iis.fraunhofer.de/en/ff/amm/prod/audiocodec/audiocodecs/mp3.html>], Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS (MP3). Consultado en mayo de 2017.



## **12. ANEXOS**



## ANEXO 1: Test de audiciones

EDAD:.....

SEXO:.....

NIVEL:.....

### Introducción

El test consiste en una serie de audiciones de las que oirás un fragmento. Después contesta el test rápida y brevemente, deteniéndote lo menos posible en cada pregunta. Las audiciones sonarán una vez nada más.

No es un test de conocimientos, sino básicamente de sensaciones y opiniones sobre lo que oyes, por lo tanto la respuesta “no lo sé” es válida. Si algo no sabes qué contestar, escribe una raya horizontal como respuesta. No comentes en alto puesto que podrías condicionar la respuesta de otra persona.

Pregunta lo que no entiendas antes de empezar.

Lee la definición de música que da la R.A.E.

### **música. (R.A.E.)**

(Del lat. *musīca*, y este del gr. μουσική).

1. f. Melodía, ritmo y armonía, combinados.
2. f. Sucesión de sonidos modulados para recrear el oído.
4. f. Arte de combinar los sonidos de la voz humana o de los instrumentos, o de unos y otros a la vez, de suerte que produzcan deleite, conmoviendo la sensibilidad, ya sea alegre, ya tristemente.
8. f. Sonido grato al oído. *La música del viento entre las ramas. La música del agua del arroyo.*

Escucha atentamente... será breve.

## AUDICIÓN 1 – 6

1. ¿Te gusta o te agrada lo que acabas de escuchar? Si/No ¿Por qué?
2. ¿Qué sensación te produce? Utiliza varios adjetivos
3. ¿Crees que expresa algo concreto o abstracto? ¿El qué?
4. ¿Piensas que busca una vía de comunicación?
5. ¿Qué imagen te viene a la cabeza con cada sonido? ¿Te evoca a algún recuerdo (una película, un libro, etc.) o te suena a algo?
6. Procedencia del sonido: ¿Conocida o desconocida?
7. Los sonidos de procedencia desconocida, ¿qué aparato o instrumento crees que los ha producido? ¿Instrumento musical o no?
8. Describe el sonido, ¿cómo es? ¿son iguales, diferentes?
9. ¿Se parecen a algo que hayas oído antes?
10. Son agradables o desagradables, ¿qué porcentaje hay de unos y de otros?
11. ¿Reconoces partes iguales o es todo nuevo?
12. ¿Reconoces partes diferenciadas de tensiones? Rítmicas, dinámicas, tímbricas, armónicas, etc.
13. ¿Piensas que hay algún material previo sobre el que esté basado o es todo nuevo?
14. ¿Está describiendo algo? ¿El qué? o ¿Tiene alguna finalidad?
15. ¿Piensas que según la definición de música de la R.A.E., la audición se ajusta a esa definición?
16. ¿Crees que lo ha creado una persona sola? ¿Qué herramienta ha utilizado para hacerlo?
17. ¿Crees que el autor tenía un plan concreto para esta obra o salió así por azar?
18. ¿Crees que el autor buscaba crear música o algo con sentido musical?
19. ¿Qué piensas que inspiró al compositor?
20. ¿El autor pretende comunicar algo?
21. ¿Crees que es necesario tener conocimientos de música para crear esto?
22. ¿Has podido mantener la atención durante todo el tiempo de escucha?
23. ¿Te ha interesado la obra?
24. ¿Sientes curiosidad por escucharla entera?

## **AUDICIÓN 7 - 8**

1. ¿Qué acabas de escuchar? ¿Lo reconoces?
2. ¿Qué sensación te produce? Utiliza varios adjetivos
3. ¿Qué sucede en la audición?
4. ¿Crees que expresa algo concreto o abstracto? ¿El qué?
5. ¿Piensas que busca una vía de comunicación?
6. ¿Qué imagen te viene a la cabeza con cada sonido? ¿Te evoca a algún recuerdo (una película, un libro, etc.) o te suena a algo?
7. Procedencia del sonido: ¿Conocida o desconocida?
8. ¿Está describiendo algo? ¿El qué? o ¿Tiene alguna finalidad?

## **AUDICIÓN 9**

1. ¿Qué acabas de escuchar? ¿Lo reconoces?
2. ¿Qué sensación te produce? Utiliza varios adjetivos
3. ¿Qué sucede en la audición?
4. ¿Crees que expresa algo concreto o abstracto? ¿El qué?
5. ¿Piensas que busca una vía de comunicación?
6. ¿Qué imagen te viene a la cabeza con cada sonido? ¿Te evoca a algún recuerdo (una película, un libro, etc.) o te suena a algo?
7. Procedencia del sonido: ¿Conocida o desconocida?
8. ¿Está describiendo algo? ¿El qué? o ¿Tiene alguna finalidad?

Entonces... ¿Qué definición de ruido y música darías? Piénsalo despacio.





## CAPITOLO PRIMO.

*De' Fenomeni Armonici, loro natura, e significazione.*

**I** Fenomeni armonici comunemente noti di significazione, e indicazione particolare sono; la corda tesa su'l monocordo, o cembalo; la tromba marina, trombe da fiato, e corni di caccia; le canne d'organo rette da un pedale; le corde pendole sonore, alle quali sia attaccata la tal serie di pesi eguali.

La corda tesa sul monocordo (sia di minugia, o di acciaio) che per se, come una, dovrebbe avere un solo suono, ha chiaramente tre suoni; e sono il grave naturale della corda; ed altri due suoni acuti distinguibi-

li, quali al suono della corda, come 1, sono come  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{5}$ ; in numeri 15, 5, 3; in note musicali se è una, si divide in se stessa. Dunque la corda, che per se armonicamente, perchè

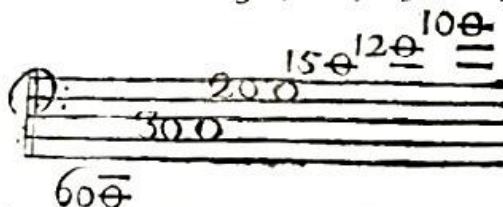
1,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{5}$  è proporzione armo-



nica.

La tromba marina, trombe da fiato, e corni di caccia sono di fenomeno uniforme. E' fisicamente impossibile ne' suddetti strumenti aver altri

suoni che quelli della serie armonica delle frazioni  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$  ec. in infinito. Sono in numero 60, 30, 20, 15, 12, 10, ec. in note musicali.

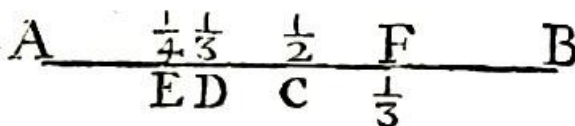


Ommettendo la ricerca della cagion fisica di tal effetto nelle trombe da fiato, e corni di caccia, si spiegherà la cagione della tromba marina, come fisicamente evidente. Quando questa sia nota, e fuori di qualunque opposizione, Ella potrà far i suoi conti ne' strumenti da fiato. La tromba marina non si suona comprimendo la corda col dito finchè tocchi la tastiera, come si fa negl' altri strumenti d' arco, Violoncello, Violino ec.; ma vi si appoggia lateralmente il dito, che serve di fulcro in tal modo, che le vibrazioni della porzione della corda suonata possano liberamente passare al residuo della corda non suonata. Il che non succede, nè può succedere nel Violoncello, Violino ec., perchè il dito comprimente la corda su la tastiera forma sempre un nuovo capotasto; cosicchè fisicamente è im-

è impossibile, che le vibrazioni della corda suonata su tali strumenti passino all'avanzo della corda, ch'è tra il dito del suonatore, e il capotasto naturale.

Ciò premesso, e supposto come fisicamente vero, la cagione di non poterfi avere nella tromba marina altri suoni, se non quelli della serie armonica delle frazioni, è fisicamente evidente. Sia  $AB$  la corda della tromba marina

poggiato dal suonatore il dito in  $C$  da  $AB$ , e suoni la vibrazione di  $AC$ . La



con la nota velocità passerà eguale in  $CB$ , eguale ad  $AC$ , ritornerà eguale in  $BC$ , in  $CA$ ; e continuerà finchè si suona per li punti, o fulcri  $ACB$  avanti, e indietro in infinito. Dunque per parti eguali. Sia il

dito del suonatore in  $D$ , ch'è  $\frac{1}{3}$  della corda  $AB$ , e si suoni  $AD$ . La

vibrazione di  $AD$  passerà eguale in  $DF$ , ch'è  $\frac{1}{3}$  della corda  $AB$  divisa per 3, mentre già sono comunemente noti i fulcri naturali, che fa per se la corda determinata da un fulcro artificiale in vigore della legge di natura, che il moto si moltiplica a ragguaglio del grado di forza partecipato al moto, e mantenuto. Egualmente passerà in  $FB$ , ritornando da  $B$  in  $F$ , da  $F$  in  $D$ , da  $D$  in  $A$  ec. finchè si suona per li punti, o fulcri  $ADF B$  avanti, e indietro in infinito. Dunque per parti eguali.

Così succederà posto il dito in  $E$ , e suonata la corda  $AE$   $\frac{1}{4}$ ; e così in infinito per la serie armonica delle frazioni. Fin qui nè vi cade, nè vi può cadere opposizione, perchè i fulcri naturali, che indipendentemente dall'arbitrio umano si formano nella corda determinata dal fulcro artificiale, non lasciano luogo a dubbio alcuno.

Sia di nuovo la stessa corda  $AB$  divisa per 5. Sia appoggiato il dito del suonatore in  $H$ , e suoni



la porzione della corda  $AH$ , che è  $\frac{2}{5}$  di  $AB$ . La vibrazione di  $AH$

passerà eguale in  $HI$ , ch'è  $\frac{2}{5}$ . Ma sarà fisicamente impossibile, che pas-

si eguale nel residuo  $IB$ , ch'è  $\frac{1}{5}$ . Si farà dunque nuova vibrazione in  $IB$  diversa per metà dalle prime; e ritornando indietro per li punti

$IKHLA$ , s' incontrerà in  $I$  con la prima vibrazione di  $\frac{2}{5}$ . Ma passando in  $K$ , non solamente non s' incontrerà nella vibrazione  $IH$ , ma in-


B 2.

ter-



interrompendola, e dividendola ne nascerà per necessità fisica la distruzione della vibrazione  $IH$ , e successivamente passando in  $L$ , della vibrazione  $HA$ ; e per conseguenza fisica cesserà il suono, che immediatamente dipende dalla vibrazione  $AH$ . Si sentirà dunque (come di fatto si sente) un certo tal qual ronzamento, che nasce dal contrasto delle due diverse vibrazioni, e che non è mai suono, perchè in tal caso è fisicamente impossibile. Questo solo esempio si crede sufficiente per far toccar con mano la cagion fisica di doverci trovar suono su la tromba marina nella sola serie armonica delle frazioni, e di non doverci trovar suono in qualunque altra serie. Perchè rilevandosi la necessità fisica delle vibrazioni eguali, acciò vi sia suono, queste non si possono avere se non dalla sola serie armonica a cagione della unità costante in infinito numeratrice del-

le frazioni  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ , ec. La sola unità rispettiva alle frazioni potrà dare il suono, perchè divide in parti eguali tutta la corda; e in conseguenza le vibrazioni formate da fulcri naturali restano eguali alla prima vibrazione del fulcro artificiale determinato sempre dalla unità armonica rispettiva alla frazione. Dunque fuori della unità armonica in genere, e in specie sarà fisicamente impossibile qualunque suono nella tromba marina; e in tal senso, e rispetto le unità armoniche sono vere monadi fisiche. So, che co' l nome comune devono chiamarsi parti aliquote, ma questo non è il mio bisogno, nè un tal nome spiega quanto io voglio significare. Io considero dimostrativamente e fisicamente il loro individuo carattere di unità, come si vedrà sempre più in progresso. In tal rispetto nulla significa il nome di parte-aliquota: tutto significa il nome di unità.

Le canne di Organo rette da un pedale sono molte, sono tra loro di suono diverso, suonano tutte equitemporaneamente; e pure non si sente se non un solo suono, ch'è il gravissimo. La loro disposizione, o sia serie, è diversa secondo i diversi registri, ma sostanzialmente è armonica: essendo fisicamente impossibile ottenere da qualunque altra serie lo stesso intento. Data dunque una serie di canne di Organo disposta ne' loro suoni armonicamente in tal modo , suonando il pedale, che regge tutte le canne suddette, non si sentirà se non il solo suono gravissimo C solfaut. Dunque in questo fenomeno il diverso è ridotto allo stesso, la molteplicità alla unità in forza della serie armonica.

Data una serie di corde pendole sonore supposte di egual grossezza, e disposte nella loro lunghezza come i quadrati delle frazioni  $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$ , ec., adattato a ciascuna corda un pelo sempre eguale, i suoni delle cor-



de suddette sono in note musicali, come  
mero, come 60, 30, 20, 15, 12, 10:  
ne armonica.



e in nu-  
progreffio-

Le oscillazioni delle suddette corde sono equitemporanee con questa legge, che mentre la corda 1 oscilla una volta, la corda  $\frac{1}{4}$  oscilla due volte, la corda  $\frac{1}{9}$  tre, la corda  $\frac{1}{16}$  quattro ec., e s'incontrano nello stesso punto, quando gli si dia il moto a ragguaglio. Lo stesso identicamente succede, se data una serie di corde eguali in lunghezza, e grossezza, alla prima si adatti un peso, alla seconda si adattino pesi quattro (ciascuno eguale al primo), alla terza pesi nove, alla quarta pesi sedeci ec. Si avrà egualmente ne' suoni la serie armonica, e nelle oscillazioni equitemporanee la unità.

Questi sono i fenomeni armonici comunemente noti. La loro indicazione, e significazione è fisicamente manifesta. La corda del monocordo, o del cembalo, sebben una in se stessa, produce tre suoni in serie armonica. La tromba marina (e così le trombe da fiato, e corni di caccia) non ha, nè può aver suono, se non nella unità come armonica. Le canne di organo di suono tra loro diverso formano un solo suono, quando siano disposte armonicamente. Le corde pendole sonore, perchè sono in progressione armonica ne' loro suoni, si riducono alla unità nelle loro oscillazioni. Dunque il sistema armonico riduce il diverso allo stesso; la molteplicità alla unità; e data la semplice unità (come succede nella corda di tre suoni) si divide in se stessa armonicamente. Dunque dal sistema armonico è inseparabile la unità considerata in qualunque rispetto, anzi il sistema armonico si risolve nella unità, come in suo principio. La conseguenza è troppo legittima, perchè è fisica; e però affatto indipendente dall'arbitrio umano.

Si è poi scoperto un nuovo fenomeno armonico, che prova mirabilmente lo stesso, e molto di più. Dati due suoni di qualunque strumento musicale, che possa protrarre, e rinforzare il suono per quanto tempo si voglia (trombe, corni di caccia, strumenti d'arco, oboè ec.) si ha un terzo suono prodotto dall'urto de' due volumi di aria mossi dalli due dati suoni. Nulla importa al presente bisogno la spiegazione fisica del modo, con cui si produce questo terzo suono; basta il fatto, e questo si ha debito di spiegare. Da un suonator di Violino si suonino equitemporaneamente con arcata forte, e sostenuta i seguenti intervalli perfettamente

re intunati.  
stinguibile, e  
chiuse musi-



Si sentirà un terzo suono affatto distinguibile, e sarà il sottoposto segnato in note calcolate.

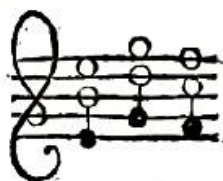
Lo stesso succederà, se faranno suonare gli esposti intervalli da due suonatori di Violino distanti tra loro cinque, o sei passi, suonando ciascuno la sua nota nello stesso tempo, e sempre con arcata forte, e sostenuta. L'uditore posto nel mezzo rispettivo de' due suonatori sentirà molto più questo terzo suono, che vicino a ciascuno de' due suonatori: segno fisico evidente della cagione del terzo suono, ch'è l'urto de' due rispettivi volumi d'aria mossi dalle vibrazioni delle due corde suonate. Si avrà lo stesso effetto da due suonatori di Oboè posti tra loro in molto maggior distanza. Essendo il suono dell'Oboè più forte del suono del Violino, si sentirà meglio il risultato terzo suono, e nel mezzo rispettivo de' due suonatori si sentirà egregiamente, sebbene si sente abbastanza in qualunque sito. Dedotti tutti i terzi suoni, che fisicamente risultano da qualunque intervallo semplice integrante la serie armonica fino a quel segno, che serve alla pratica musicale, sono i seguenti.

Dato l'unisono, e data la ragion dupla, o sia praticamente ottava, non risulta terzo suono di forte alcuna.

Data la sesquialtera, o sia praticamente quinta, risulta il terzo suono unisono alla nota grave della quinta. E' il più difficile a distinguersi di tutti, perchè unisono; ma si distingue abbastanza.



Data la sesquiterza, o sia praticamente quarta, il terzo suono è in quinta grave con la nota grave della quarta.



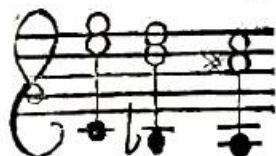
Data la sesquiquarta, o sia praticamente terza maggiore, il terzo suono è in ottava grave con la nota grave della terza maggiore.



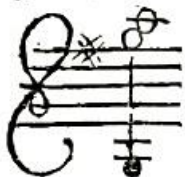
Data la sesquiquinta, o sia praticamente terza minore, il terzo suono è in



è in decima maggiore grave con la nota grave della terza minore.



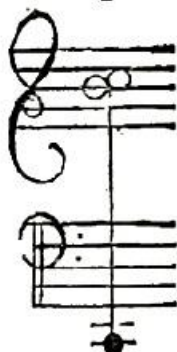
Data la fesquiottava, o sia tuono maggiore, il terzo suono è in quadrupla grave, o sia in decima quinta con la nota grave del tuono maggiore.



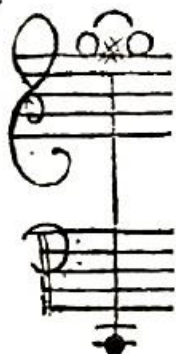
Data la fesquinona, o sia tuono minore, il terzo suono è in quadrupla fesquiottava grave, o sia in decima sesta con la nota grave del tuono minore.



Data la fesquidecimaquinta, o sia semituono maggiore, il terzo suono è in vigesima prima grave con la nota grave del semituono maggiore.



Data finalmente la fesquivigesima quarta, o sia semituono minore, il terzo suono è in vigesima sesta grave con la nota grave del semituono minore.



Que-

Questa è la legge fisica del terzo suono in rispetto agl' intervalli semplici musicali. Se sono composti, o come si chiamano praticamente rivoltati, la terza maggiore rivoltata in sesta minore ha lo stesso terzo suono, che aveva come terza maggiore.



La terza minore rivoltata in sesta maggiore ha lo stesso terzo suono, che aveva come terza minore, ma in ottava acuta.

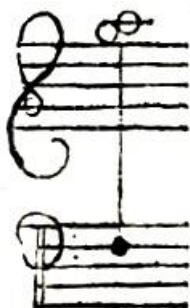


Così a ragguaglio tutti gl' intervalli composti, o rivoltati.

Il terzo suono risultante dalla quarta, dalle due terze maggiore, e minore, dalle due seste maggiore, e minore è facilissimo a rilevarsi, perchè quest' intervalli s' intonano facilmente, e il terzo suono è sempre più grave; non tanto facile dalla quinta a cagione dell' unisono; difficile dalli due tuoni maggiore, e minore, perchè nella intonazione facilmente si confonde un tuono con l' altro; difficilissimo dalli due semitoni maggiore, e minore, perchè a gran fatica si coglie il punto fisico della loro perfetta intonazione, e una ben piccola differenza di quantità cambia il terzo suono. Per esempio il tuono maggiore è tra 9, 8; il minore tra 10, 9. Ridotti i due tuoni a termine comune, sarà 90, 80 il tuono maggiore, 90, 81 il minore. La differenza è tra 80, 81. Questa basta, e avanza per cambiare il terzo suono. Sia in tuono di Gsolreut, farà Gsolreut il terzo suono, perchè il dato intervallo è tuono maggiore.



Sia in tuono di Csolfaut  
chè il dato intervallo è tuo-



, farà Ffaut il terzo suono, per-  
no minore.

Ella mi ricercherà giustamente di due cose. La prima, se da qualunque  
da-



dato intervallo si produca terzo suono. Rispondo, ch' eccettuato l' unisono, e la ottava, si produce da qualunque in genere generalissimo; perchè il terzo suono si ha non solo dagl' intervalli composti da quantità razionale, ma si ha ancora dagl' intervalli composti da quantità irrazionale. Mi spiego. Sia un dito del suonatore in *Diafolrè*, e sia sempre costante; sia l' altro in *Gfolreut*, e si muova senza alzarlo mai dalla corda, continuando sempre. Tal progresso sarà un continuo, dentro cui s' incontreranno quantità irrazionali. In quanto fisico di tal continuo si voglia fermar il dinatore, si avrà sempre il terzo suono o cognito: voglio dire o distinguibile, o indistinguibile nella sua intonazione. Dico di più, che può esservi scienza dimostrativa di quel tale terzo suono, che deve prodursi da due linee sonore, una delle quali sia razionale, e l' altra irrazionale, ma geometricamente cognita. Da ciò ella dedurrà immediatamente, che molto più dev' esservi scienza dimostrativa del terzo suono prodotto da due linee sonore razionali. Ma di ciò in voce.

Mi domanderà poi ella in secondo luogo in qual relazione si trovi questo terzo suono agl' intervalli rispettivi, da' quali risulta. Le rispondo, che dati i seguenti intervalli, de' quali è rispettivo terzo suono il sottoposto, questo sarà dimostrativamente il Basso armonico de' dati intervalli, e farà paralogismo qualunque altro Basso vi si sottoponga. Solamente si avverta, che i tre intervalli segnati, sesto, ottavo, e decimo, sono in ragione diversa da quello appare. Il sesto, e l' ottavo non sono terze minori, ma sesquifeste; cioè il *Gfolreut*  $\flat$  molle è la nota, che divide armonicamente la quarta, e però l' intervallo *Elami*, *Gfol-*

reut è minore della ter-



za minore di  $\frac{6 \times 7}{5 \times 6}$   
35, 36.

Così è l' intervallo ottavo, e così il decimo, riportando *Gfolreut* in acuto.



C

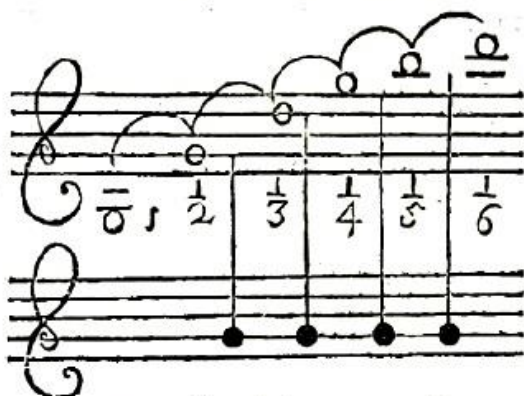
Que-

Questo intervallo è di facilissima intonazione sopra il Violino; è voluto dalla natura armonica, perchè si trova fatto dalla natura nella tromba marina, trombe da fiato, e corni di caccia; però lo espongo nell'esempio suddetto.

Premesso, e spiegato il fenomeno, la deduzione è patente. Dato il sistema armonico delle frazioni, e adattato a linea fisica sonora, dico, che da qualunque semplice intervallo della serie armonica infinita si avrà sem-

pre lo stesso terzo suono, e sarà unisono al suono della corda sonora  $\frac{1}{2}$ .

Per evitare il superfluo sia il sistema armonico fino alla festupla. Data la quinta si ha il terzo suono unisono alla nota grave della quinta. Dunque dalla quinta composta dal secondo, e terzo termine della serie si avrà il terzo suono unisono al secondo termine. Ma que-



sto è  $\frac{1}{2}$ ; dunque ec. Data la quarta si ha il terzo suono in quinta grave con la nota grave della quarta. Dunque dalla quarta composta dal terzo, e quarto termine della serie, si avrà il terzo suono unisono al secondo termine,

ch'è in quinta grave. Ma questo è  $\frac{1}{2}$ . Dunque ec. Data la terza maggiore si ha il terzo suono in ottava grave della nota grave della terza maggiore. Dunque dalla terza maggiore composta dal quarto, e quinto termine della serie si avrà il terzo suono unisono al secondo termine,

ch'è in ottava grave. Ma questo è  $\frac{1}{2}$ . Dunque ec. Così dell'ultimo intervallo, ch'è la terza minore; così di tutti gl'infiniti intervalli consecutivi dal proseguimento della serie  $\frac{1}{7}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{9}$ , ec. in infinito. La deduzione è chiara, e il risultato è maraviglioso, e singolare. Perchè da u-

na parte non può negarsi, che il terzo suono costante in infinito in  $\frac{1}{2}$  non sia la radice fisica del sistema armonico; ed è cosa fisicamente evidente. Dall'altra non vi è, nè vi può esser calcolo dedotto dalle scienze fino ad ora note di quantità, in di cui forza si spieghi, e si risolva un fenomeno, che dipende dalla quantità, e che ha per legge fisica una

proprietà di quantità affatto nuova, cioè che dato  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , risulti  $\frac{1}{2}$ ; dato  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ , risulti  $\frac{1}{2}$ ; dato  $\frac{1}{20}$ ,  $\frac{2}{21}$ , risulti  $\frac{1}{2}$ ; dato  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{101}$ , risulti  $\frac{1}{2}$  ec.

Intanto per mezzo di tal fenomeno resta fisicamente stabilita la unità



costante in infinito in  $\frac{1}{2}$ , come radice fisica del sistema armonico. Questa unità si era dedotta in genere dagli altri fenomeni comunemente noti. Ma da quest' ultimo di nuova scoperta si deduce in precisione, ch' è il molto di più sopraccennato oltre ciò, che rimane a dedurre:

Perchè poi non si trovi questo terzo suono nella unità, ch' è il principio, e il primo termine del sistema armonico, ma in  $\frac{1}{2}$ , ch' è il secondo termine del sistema; perchè dalla dupla, o sia praticamente ottava non si abbia terzo suono, quando si ha da qualunque dato intervallo in genere, si spiegherà in progresso a luogo opportuno, e necessario.



## ANEXO 3: ROSENFELD, Laurent: How Nazis ruined musical tuning

[Click here for Full Issue of EIR Volume 15, Number 35, September 2, 1988](#)

### How the Nazis ruined musical tuning

by Laurent Rosenfeld

To say that the decision to tune the "Concert A" to 440 vibrations per second (Hertz) was a Nazi conspiracy, might seem to be an exaggeration; yet it was Dr. Josef Goebbels's Radio Berlin that organized the conference at which this decision was made.

Musical tuning was essentially a matter of habit, rather than law or standardization, until the second half of the 19th century. As *EIR* has previously reported, the Russian czar's military band had set a bad example of higher tuning in 1815, at the Congress of Vienna, but this was only an example, and no law was passed.

Faithful to its tradition of (sometimes excessive) centralization, France was the first country to decide to do something centrally on the question. By July 17, 1858, an official commission was formed with seven musicians (Berlioz, Rossini, Halevy, Meyerbeer, Auber, Monnais, Thomas), two physicists (Lissajous and Despretz), and Major General Mellinet (in charge of the military bands), to study the question. They studied the tuning level everywhere in Europe, and found that the A varied from 434 to 456 Hertz. The commission ended up proposing a "standard pitch" ("normal diapason") to be fixed at 435. A decree was issued on Feb. 18, 1859, forcing every conservatory, music hall, and music school in France to use this standard tuning.

While this A=435 is not the perfect scientific value we should hope for (it is slightly less than one-eighth of a semitone higher than the scientifically determined value of 432), this effort was commendable. Twenty years later, Giuseppe Verdi wanted to adopt the same value for standard pitch, and was only later convinced to go down to the better 432 "scientific pitch."

The first international standardization of tuning came in 1885, at a Vienna conference, where the French A=435 "standard pitch" was adopted. This value remained prevalent until at least 1939, and is still today the only officially recognized value in France.

#### The role of Goebbels

It was Radio Berlin, in 1938-39, which organized a conspiracy to raise the pitch. Radio Berlin was Dr. Goebbels's main propaganda instrument, and was under top-down control of the Nazis. No one was appointed to a leading position at Radio Berlin without the approval of the Nazi propaganda minister.

Robert Dussaut, a French musician and a fervent advocate of A=432, wrote in 1950, "By September 1938 [at the time of Munich!], Dr. Grutmacher and the Acoustic Committee of Radio Berlin requested the British Standard Association to organize a congress in London in order to adopt internationally the German tuning of 440 vibrations per second. This congress did, in fact occur in London, a very short time before the war, in May-June 1939. No French composer was invited. The decision to raise the pitch was thus taken without consulting French musicians and against their will."

Other sources, such as René Dumesnil, another advocate of lower tuning, say that this London congress was a set-up: The organizers first asked musicians, engineers, instrument makers, physicists, etc., whether they would agree to A=440, and *whoever would not agree was simply not invited!*

Since the war broke out very soon afterwards, this first attempt to raise the tuning standard was not enforced, at least not officially. So another congress was organized, again in London, under the auspices of the International Standardizing Organization (ISO), in October 1953. Again, people were carefully selected in such a way that no opposition would be voiced against the project, and, of course, the project did not meet any significant opposition from the floor of this conference. At least in France, musicians were mobilized against this. Dussaut and his friend Claude Delvincourt (then head of the National Conservatory of Paris) had organized a referendum among musicians, reaching directly or indirectly 23,000 of them, and a vast majority supported Dussaut's project of coming back to A=432. Delvincourt, Henri Busser, and Jaujard, three of the most important French musicians of the time, had written to the congress in London to ask for a lower tuning, but to no avail.

#### The question of jazz

But the main issue at this second London congress was that A=440 was decided especially by instrument makers, especially wind instrument makers, who wanted to be able to export their instruments to the United States, where the influence of jazz had raised the pitch to 440 and well beyond (it later went up to 445 and even 447 in "classical" orchestras, and up to 470 in jazz orchestras).

Robert Dussaut writes, "My opponents have answered me that the Americans want the tuning to be at 440 vibrations per second, because of jazz, and that we should be in conformity with them. It has been shocking to me that our orchestral musicians and our singers should thus be dependent upon jazz players from the other side of the Atlantic. . . . Commercial considerations come first. Artists have but to abdicate."

And Dumesnil adds, "When instrument makers raised the pitch to satisfy jazz musicians, they should have consulted composers and singers, but they carefully avoided doing so. . . . It is not one of the smallest drawbacks due to the invasion of jazz."



---

# INTERNATIONAL STANDARD



# 16

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Acoustics — Standard tuning frequency (standard musical pitch)

*Acoustique — Fréquence d'accord normale (fréquence musicale normale)*

First edition — 1975-01-15

ISO 16-1975 (E)

UDC 534.321.7.08 : 681.831.3

Ref. No. ISO 16-1975 (E)

**Descriptors :** acoustics, musical instruments, tuning, pitch {frequency}, audio frequencies.

Price based on 1 page

## FOREWORD

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards institutes (ISO Member Bodies). The work of developing International Standards is carried out through ISO Technical Committees. Every Member Body interested in a subject for which a Technical Committee has been set up has the right to be represented on that Committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work.

Draft International Standards adopted by the Technical Committees are circulated to the Member Bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council.

Prior to 1972, the results of the work of the Technical Committees were published as ISO Recommendations; these documents are now in the process of being transformed into International Standards. As part of this process, Technical Committee ISO/TC 43 has reviewed ISO Recommendation R 16 and found it technically suitable for transformation. International Standard ISO 16 therefore replaces ISO Recommendation R 16-1955 to which it is technically identical.

ISO Recommendation R 16 was approved by the Member Bodies of the following countries :

Austria	Netherlands	Sweden
Chile	New Zealand	Switzerland
Denmark	Norway	United Kingdom
France	Pakistan	U.S.S.R.
Ireland	South Africa, Rep. of	Yugoslavia
Italy	Spain	

No Member Body expressed disapproval of the Recommendation.

No Member Body disapproved the transformation of ISO/R 16 into an International Standard.

© International Organization for Standardization, 1975 ■

Printed in Switzerland

## Acoustics — Standard tuning frequency (standard musical pitch)

### 1 SCOPE AND FIELD OF APPLICATION

This International Standard specifies the standard tuning frequency (or standard musical pitch).

### 2 SPECIFICATION

2.1 The **standard tuning frequency** is the frequency for the note *A* in the treble stave and shall be 440 Hz.

2.2 This frequency shall be observed as closely as possible when tuning musical instruments.

2.3 Tuning and re-tuning shall be effected with the aid of instruments producing the standard tuning frequency within an accuracy of  $\pm 0,5$  Hz or enabling the frequency of musical sounds to be measured to the same accuracy.

2.4 Musical instruments shall be so constructed that, under the temperature and other working conditions specified by the manufacturer, they are capable of being tuned in accordance with the standard frequency of 440 Hz. (To this end instrument manufacturers may find it desirable to use tuning devices having an accuracy equal to or better than  $\pm 0,25$  Hz.)



This page intentionally left blank

## ANEXO 5: Normativa acústica de referencia sobre el ruido<sup>655</sup>

En este anejo se indica la relación de normas incluidas en el DB-HR, ordenadas como sigue: en primer lugar las UNE EN ISO, después las UNE EN y por último las UNE y, dentro de cada grupo, siguiendo un orden numérico.

<b>UNE EN ISO 140-1: 1998</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. (ISO 140-1: 1997)
<b>UNE EN ISO 140-1: 1998/A1: 2005</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. Modificación 1: Requisitos específicos aplicables al marco de la abertura de ensayo para particiones ligeras de doble capa (ISO 140-1: 1997/AM1: 2004)
<b>UNE EN ISO 140-3: 1995</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995)
<b>UNE EN ISO 140-3: 2000 ERRATUM</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995)
<b>UNE EN ISO 140-3: 1995/A1: 2005</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. Modificación 1: Condiciones especiales de montaje para particiones ligeras de doble capa. (ISO 140-3:1995/AM 1:2004)
<b>UNE EN ISO 140-4: 1999</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. (ISO 140-4: 1998)
<b>UNE EN ISO 140-5: 1999</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5: 1998)
<b>UNE EN ISO 140-6: 1999</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 6: Medición en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos. (ISO 140-6: 1998)
<b>UNE EN ISO 140-7: 1999</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos (ISO 140-7: 1998)
<b>UNE EN ISO 140-8: 1998</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado (ISO 140-8: 1997)
<b>UNE EN ISO 140-11: 2006</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 11: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre suelos ligeros de referencia (ISO 140-11: 2005)
<b>UNE EN ISO 140-14: 2005</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 14: Directrices para situaciones especiales in situ (ISO 140-14: 2004)

<sup>655</sup> Extraída de VV.AA.: *Documento Básico HR Protección contra el ruido*. España. Ibergarceta Publicaciones S.L. 2009. Ministerio de la Vivienda.

<b>UNE EN ISO 140-16: 2007</b>	Acústica. Medición de aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 16: Medición en laboratorio de la mejora del índice de reducción acústica por un revestimiento complementario (ISO 140-16: 2006).
<b>UNE EN ISO 354: 2004</b>	Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354: 2003)
<b>UNE EN ISO 717-1: 1997</b>	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo (ISO 717-1: 1996)
<b>UNE EN ISO 717-1: 1997/A1: 2007</b>	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. Modificación 1: Normas de redondeo asociadas con los índices expresados por un único número y con las magnitudes expresadas por un único número. (ISO 717-1:1996/AM 1:2006)
<b>UNE EN ISO 717-2: 1997</b>	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos (ISO 717-2: 1996)
<b>UNE-EN ISO 717-2: 1997/A1: 2007</b>	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. Modificación 1 (ISO 717-2:1996/AM 1:2006)
<b>UNE ISO 1996-1: 2005</b>	Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación. (ISO 1996-1:2003)
<b>UNE EN ISO 3382-2:2008</b>	Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios (ISO 3382-2:2008).
<b>UNE EN ISO 3741:2000</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741: 1999)
<b>UNE EN ISO 3741/AC: 2002</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999)
<b>UNE EN ISO 3743-1:1996</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 1: Método de comparación en cámaras de ensayo de paredes duras. (ISO 3743-1: 1994)
<b>UNE EN ISO 3743-2:1997</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 2: Métodos para cámaras de ensayo reverberantes especiales. (ISO 3743-2: 1994)
<b>UNE EN ISO 3746:1996</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante. (ISO 3746: 1995)
<b>UNE EN ISO 3747: 2001</b>	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de comparación in situ. (ISO 3747: 2000)
<b>UNE EN ISO 3822-1: 2000</b>	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Método de medida (ISO 3822-1: 1999)
<b>UNE EN ISO 3822-2: 1996</b>	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-1: 1995)

<b>UNE EN ISO 3822-2: 2000 ERRATUM</b>	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-2: 1995)
<b>UNE EN ISO 3822-3: 1997</b>	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea (ISO 3822-3: 1997)
<b>UNE EN ISO 3822-4: 1997</b>	Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales (ISO 3822-4: 1997)
<b>UNE EN ISO 10846-1: 1999</b>	Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 1: Principios y líneas directrices. (ISO 10846-1: 1997)
<b>UNE EN ISO 10846-2: 1999</b>	Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 2: Rigidez dinámica de soportes elásticos para movimiento de translación. Método directo. (ISO 10846-2: 1997)
<b>UNE EN ISO 10846-3: 2003</b>	Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 3: Método indirecto para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos en movimientos de traslación. (ISO 10846-3:2002)
<b>UNE EN ISO 10846-4: 2004</b>	Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 4: Rigidez dinámica en traslación de elementos diferentes a soportes elásticos. (ISO 10846-4: 2003)
<b>UNE-EN ISO 10848-1: 2007</b>	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 1: Documento marco (ISO 10848-1:2006)
<b>UNE EN ISO 10848-2: 2007</b>	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 2: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia pequeña. (ISO 10848-2:2006)
<b>UNE-EN ISO 10848-3: 2007</b>	Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes. Parte 3: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia importante. (ISO 10848-3:2006)
<b>UEN EN ISO 11654:1998</b>	Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654:1997)
<b>UNE EN ISO 11691:1996</b>	Acústica. Medida de la pérdida de inserción de silenciadores en conducto sin flujo. Método de medida en laboratorio. (ISO 11691:1995)
<b>UNE EN ISO 11820:1997</b>	Acústica. Mediciones in situ de silenciadores. (ISO 11820:1996)
<b>UNE EN 200: 2008</b>	Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores para sistemas de suministro de agua de tipo 1 y tipo 2. Especificaciones técnicas generales.
<b>UNE EN 1026: 2000</b>	Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo. (EN 1026: 2000)
<b>UNE EN 12207: 2000</b>	Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación. (EN 12207: 1999)

<b>UNE EN 12354-1: 2000</b>	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico del ruido aéreo entre recintos. (EN 12354-1:2000)
<b>UNE EN 12354-2: 2001</b>	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. (EN 12354-2:2000)
<b>UNE EN 12354-3: 2001</b>	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior. (EN 12354-3:2000)
<b>UNE EN 12354-4: 2001</b>	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior. (EN 12354-4:2000)
<b>UNE EN 12354-6: 2004</b>	Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 6: Absorción sonora en espacios cerrados. (EN 12354-6:2003)
<b>UNE EN 20140-2: 1994</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y en elementos de edificación. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión. (ISO 140-2: 1991)
<b>UNE EN 20140-10: 1994</b>	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 10: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños. (ISO 140-10: 1991). (Versión oficial EN 20140-10:1992)
<b>UNE EN 29052-1: 1994</b>	Acústica. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados en <i>suelos flotantes</i> en viviendas. (ISO 9052-1:1989). (Versión oficial 29052-1: 1992)
<b>UNE EN 29053: 1994</b>	Acústica. Materiales para aplicaciones acústicas. Determinación de la resistencia al flujo de aire. (ISO 9053: 1991)
<b>UNE 100153: 2004 IN</b>	Climatización: Soportes antivibratorios. Criterios de selección
<b>UNE 102040: 2000 IN</b>	Montajes de los sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones
<b>UNE 102041: 2004 IN</b>	Montajes de los sistemas de trasdosados con placas de yeso laminado. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones



## MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

**18397** REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental marca una nueva orientación respecto de la concepción de la contaminación acústica en la normativa de la Unión Europea. Con anterioridad, la reglamentación comunitaria se había centrado en las fuentes del ruido, pero la comprobación de que diariamente inciden sobre el ambiente múltiples focos de emisiones sonoras, ha hecho necesario un nuevo enfoque del ruido ambiental para considerarlo como un producto derivado de múltiples emisiones que contribuyen a generar niveles de contaminación acústica inadecuados desde el punto de vista ambiental y sanitario.

La Directiva 2002/49/CE define el ruido ambiental como «el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/71/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación».

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que incorpora parcialmente al derecho interno las previsiones de la citada Directiva, regula la contaminación acústica con un alcance y un contenido más amplio que el de la propia Directiva, ya que, además de establecer los parámetros y las medidas para la evaluación y gestión del ruido ambiental, incluye el ruido y las vibraciones en el espacio interior de determinadas edificaciones. Asimismo, dota de mayor cohesión a la ordenación de la contaminación acústica a través del establecimiento de los instrumentos necesarios para la mejora de la calidad acústica de nuestro entorno.

Así, en la citada Ley, se define la contaminación acústica como «la presencia en el ambiente de ruido o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los ori-

gine, que implique molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente».

Posteriormente, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completó la transposición de la Directiva 2002/49/CE y precisó los conceptos de ruido ambiental y sus efectos sobre la población, junto a una serie de medidas necesarias para la consecución de los objetivos previstos, tales como la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción o las obligaciones de suministro de información.

En consecuencia, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, ha supuesto un desarrollo parcial de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, ya que ésta abarca la contaminación acústica producida no sólo por el ruido ambiental, sino también por las vibraciones y sus implicaciones en la salud, bienes materiales y medio ambiente, en tanto que el citado real decreto, sólo comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental y la prevención y corrección, en su caso, de sus efectos en la población.

Por ello el presente real decreto tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la citada Ley. Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre; se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

En este sentido, el capítulo I, «Disposiciones generales», contiene los preceptos que establecen el objeto de esta norma y una serie de definiciones que permitan alcanzar un mayor grado de precisión y seguridad jurídica a la hora de aplicar esta disposición de carácter marcadamente técnico.

El capítulo II establece los índices para la evaluación del ruido y de las vibraciones, en los distintos periodos temporales de evaluación, de los objetivos de calidad acústica en áreas acústicas o en el espacio interior de edificaciones y de los valores límite que deben cumplir los

emisores acústicos. En el anexo I se incluye la definición de cada uno de ellos.

En el capítulo III se desarrolla, por una parte, la delimitación de las áreas acústicas atendiendo al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas y, por otra, la regulación de las servidumbres acústicas. Además se prevé que los instrumentos de planificación territorial y urbanística incluyan la zonificación acústica y se establecen objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas acústicas y al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. En el anexo II se fijan los valores de los índices acústicos que no deben superarse para el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en áreas urbanizadas existentes.

El capítulo IV regula el control de las emisiones de los diferentes emisores acústicos, incluidos los vehículos a motor, para los que se prevé, además, un régimen específico de comprobación de sus emisiones acústicas a vehículo parado. Asimismo, se fijan en el anexo III los valores límite de inmisión de ruido aplicable a las infraestructuras nuevas viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como a las infraestructuras portuarias y a actividades. La disposición adicional segunda establece las actividades e infraestructuras que tienen la consideración de nuevas.

De este modo, se pondera de forma equilibrada el tratamiento de las infraestructuras preexistentes y nuevas, pues aun cuando las obligaciones establecidas en las declaraciones de impacto ambiental de las infraestructuras preexistentes han supuesto un nivel de protección acústica adecuado, el progreso del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico hace posible y razonable alcanzar un nivel más ambicioso de protección contra el ruido a la hora de proyectar y acometer la construcción de nuevas infraestructuras.

Asimismo, para atender los costes derivados de la aplicación de este Real Decreto a las infraestructuras de competencia estatal, en la disposición final tercera se prevé la adopción de las medidas presupuestarias necesarias para que los Ministerios responsables de su aplicación puedan afrontarlas sin menoscabo de la ejecución de los planes que tengan establecidos.

El capítulo V regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como el régimen de uso de los equipos de medida y procedimientos que se empleen en dicha evaluación. El anexo IV fija los métodos de evaluación para los índices acústicos definidos en este real decreto.

Por último, la regulación de mapas de contaminación acústica se contiene en el capítulo VI, en aplicación de la habilitación prevista en el artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

En la elaboración de este real decreto han sido consultados los agentes económicos y sociales interesados, las comunidades autónomas y el Consejo Asesor de Medio Ambiente.

Los títulos competenciales que amparan al Estado para regular la materia contenida en este real decreto son las reglas 16.ª y 23.ª del artículo 149.1. de la Constitución, en materia de bases y coordinación general de la sanidad y de legislación básica sobre protección del medio ambiente. Ello sin perjuicio de que la regulación de servidumbres acústicas de las infraestructuras estatales y el régimen especial de aeropuertos y equipamientos vinculados al sistema de navegación y transporte aéreo se dicte de conformidad con lo establecido en los párrafos 20.ª, 21.ª y 24.ª del apartado 1 del citado artículo 149.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente y de Sanidad y Consumo, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 19 de octubre de 2007,

## DISPONGO:

### CAPÍTULO I

#### Disposiciones generales

##### Artículo 1. Objeto y finalidad.

Este real decreto tiene por objeto establecer las normas necesarias para el desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

##### Artículo 2. Definiciones.

A efectos de lo establecido en este real decreto, además de lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, y en el artículo 3 del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se entenderá por:

a) Área urbanizada: superficie del territorio que reúna los requisitos establecidos en la legislación urbanística aplicable para ser clasificada como suelo urbano o urbanizado y siempre que se encuentre ya integrada, de manera legal y efectiva, en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población. Se entenderá que así ocurre cuando las parcelas, estando o no edificadas, cuenten con las dotaciones y los servicios requeridos por la legislación urbanística o puedan llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión a las instalaciones en funcionamiento.

b) Área urbanizada existente: la superficie del territorio que sea área urbanizada antes de la entrada en vigor de este real decreto.

c) Ciclomotor: tienen la condición de ciclomotores los vehículos que se definen como tales en el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, por el que se aprobó el texto articulado de la Ley sobre el tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.

d) Efectos nocivos: los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.

e) Índice de vibración: índice acústico para describir la vibración, que tiene relación con los efectos nocivos producidos por ésta.

f)  $L_{Aeq,T}$ : (Índice de ruido del periodo temporal T): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, durante un periodo de tiempo T, que se describe en el anexo I.

g)  $L_{Amax}$ : (Índice de ruido máximo): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por sucesos sonoros individuales, que se describe en el anexo I.

h)  $L_{pw}$ : (Índice de vibración): el índice de vibración asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por vibraciones, que se describe en el anexo I.

i)  $L_{k_{eq,T}}$ : (Índice de ruido corregido del periodo temporal T): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos por la presencia en el ruido de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, durante un periodo de tiempo T, que se describe en el anexo I.

j)  $L_{k,x}$ : (Índice de ruido corregido a largo plazo del periodo temporal de evaluación «x»): el índice de ruido corregido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x», que se describe en el anexo I.

k) Molestia: el grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.

l) Nuevo desarrollo urbanístico: superficie del territorio en situación de suelo rural para la que los instru-



mentos de ordenación territorial y urbanística prevén o permiten su paso a la situación de suelo urbanizado, mediante las correspondientes actuaciones de urbanización, así como la de suelo ya urbanizado que esté sometido a actuaciones de reforma o renovación de la urbanización.

m) Valor límite: un valor de un índice acústico que no debe ser sobrepasado y que de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas tendientes a evitar tal superación. Los valores límite pueden variar en función del emisor acústico, (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta vulnerabilidad a la contaminación acústica de los grupos de población; pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia el emisor acústico, o el uso dado al entorno).

n) Vehículo de motor: vehículo provisto de motor para su propulsión definido en el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.

o) Vibración: perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

p) Objetivo de calidad acústica: conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado, incluyendo los valores límite de inmisión o de emisión.

## CAPÍTULO II

### Índices Acústicos

#### Artículo 3. *Índices acústicos.*

1. A efectos del desarrollo del artículo 11 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, referente a la determinación de índices acústicos, se establecen:

a) Para la evaluación del ruido, además de los establecidos en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, los siguientes índices:

$L_{Amax,T}$  para evaluar niveles sonoros máximos durante el periodo temporal de evaluación.

$L_{Aeq,T}$  para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal  $T$ .

$L_{Kex,T}$  para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal  $T$ , con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo.

$L_{Kx}$  para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x».

b) Para la evaluación de los niveles de vibración se aplicará el índice de vibración siguiente:

$L_{wv}$  para evaluar la molestia y los niveles de vibración máximos, durante el periodo temporal de evaluación, en el espacio interior de edificios.

#### Artículo 4. *Aplicación de los índices acústicos.*

1. Se aplicarán los índices de ruido  $L_d$ ,  $L_n$  y  $L_n$  tal como se definen en el anexo I, del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, evaluados de conformidad con lo establecido en el anexo IV, para la verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables a las áreas acústicas y al espacio interior de los edificios, así como, para la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras, a efectos de la delimitación de las servidumbres acústicas.

2. En la evaluación del ruido, para verificar el cumplimiento de los valores límite aplicables a los emisores acústicos, que se establecen en los artículos 23 y 24, se aplicarán los índices acústicos que figuran en las correspondientes tablas del anexo III, tal como se definen en el anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, y en el anexo I de este real decreto respectivamente, evaluados de conformidad con lo establecido en el anexo IV.

3. En la evaluación de las vibraciones para verificar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior de las edificaciones, y lo establecido en el artículo 26, se aplicará el índice acústico  $L_{wv}$ , tal como se define en el anexo I, evaluado de conformidad con lo establecido en el anexo IV.

## CAPÍTULO III

### Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica

#### SECCIÓN 1.ª ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

#### Artículo 5. *Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas.*

1. A los efectos del desarrollo del artículo 7.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, en la planificación territorial y en los instrumentos de planeamiento urbanístico, tanto a nivel general como de desarrollo, se incluirá la zonificación acústica del territorio en áreas acústicas de acuerdo con las previstas en la citada Ley.

Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.

b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.

c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.

d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.

e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.

f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.

g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Al proceder a la zonificación acústica de un territorio, en áreas acústicas, se deberá tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica y de reservas de sonido de origen natural establecidas de acuerdo con las previsiones de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, y de este real decreto.

La delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación se basará en los usos actuales o previstos del suelo. Por tanto, la zonificación acústica de un término municipal únicamente afectará, excepto en lo referente a las áreas acústicas de los tipos f) y g), a las áreas urbanizadas y a los nuevos desarrollos urbanísticos.

2. Para el establecimiento y delimitación de un sector del territorio como de un tipo de área acústica determinada, se tendrán en cuenta los criterios y directrices que se describen en el anexo V.

3. Ningún punto del territorio podrá pertenecer simultáneamente a dos tipos de área acústica diferentes.

4. La zonificación del territorio en áreas acústicas debe mantener la compatibilidad, a efectos de calidad



acústica, entre las distintas áreas acústicas y entre estas y las zonas de servidumbre acústica y reservas de sonido de origen natural, debiendo adoptarse, en su caso, las acciones necesarias para lograr tal compatibilidad.

Si concurren, o son admisibles, dos o más usos del suelo para una determinada área acústica, se clasificará ésta con arreglo al uso predominante, determinándose este por aplicación de los criterios fijados en el apartado 1, del anexo V.

La delimitación de la extensión geográfica de un área acústica estará definida gráficamente por los límites geográficos marcados en un plano de la zona a escala mínima 1/5.000, o por las coordenadas geográficas o UTM de todos los vértices y se realizará en un formato geocodificado de intercambio válido.

5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas acústicas vendrán delimitadas por el uso característico de la zona.

#### Artículo 6. *Revisión de las áreas de acústicas.*

La delimitación de las áreas acústicas queda sujeta a revisión periódica, que deberá realizarse, como máximo, cada diez años desde la fecha de su aprobación.

#### Artículo 7. *Servidumbre acústica.*

1. A los efectos de la aplicación de este real decreto se consideran servidumbres acústicas las destinadas a conseguir la compatibilidad del funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo y portuario, con los usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones implantadas, o que puedan implantarse, en la zona de afección por el ruido originado en dichas infraestructuras.

2. Podrán quedar gravados por servidumbres acústicas los sectores del territorio afectados al funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo, y portuario, así como los sectores de territorio situados en el entorno de tales infraestructuras, existentes o proyectadas.

3. En los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas las inmisiones podrán superar los objetivos de calidad acústica aplicables a las correspondientes áreas acústicas.

4. En los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas se podrán establecer limitaciones para determinados usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones, con la finalidad de, al menos, cumplir los valores límites de inmisión establecidos para aquéllos.

5. La delimitación de los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas y la determinación de las limitaciones aplicables en los mismos, estará orientada a compatibilizar, en lo posible, las actividades existentes o futuras en esos sectores del territorio con las propias de las infraestructuras, y tendrán en cuenta los objetivos de calidad acústica correspondientes a las zonas afectadas.

6. En relación con la delimitación de las zonas de servidumbre acústica de las infraestructuras nuevas de competencia estatal, se solicitará informe preceptivo de las administraciones afectadas, y se realizará en todo caso el trámite de información pública y se tomarán en consideración las sugerencias recibidas. Asimismo, se solicitará informe preceptivo de la administración afectada en relación con la determinación de las limitaciones de aplicación de tal zona, a que hace referencia el apartado 4.

#### Artículo 8. *Delimitación de zonas de servidumbre acústica.*

Las zonas de servidumbre acústica se delimitarán por la administración competente para la aprobación de mapas de ruido de infraestructuras, mediante la aplicación de los criterios técnicos siguientes:

a) Se elaborará y aprobará el mapa de ruido de la infraestructura de acuerdo con las especificaciones siguientes:

1.º Se evaluarán los niveles sonoros producidos por la infraestructura utilizando los índices de ruido  $L_{eq}$ ,  $L_n$  y  $L_{dn}$ , tal como se definen en el anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

2.º Para la evaluación de los índices de ruido anteriores se aplicará el correspondiente método de evaluación tal como se describe en el anexo IV.

3.º El método de evaluación de los índices de ruido por medición solo podrá utilizarse cuando no se prevean cambios significativos de las condiciones de funcionamiento de la infraestructura, registradas en el momento en que se efectúe la delimitación, que modifiquen la zona de afección.

4.º Para el cálculo de la emisión acústica se considerará la situación, actual o prevista a futuro, de funcionamiento de la infraestructura, que origine la mayor afección acústica en su entorno.

5.º Para cada uno de los índices de ruido se calcularán las curvas de nivel de ruido correspondientes a los valores límite que figuran en la tabla A1, del anexo III.

6.º Para el cálculo de las curvas de nivel de ruido se tendrá en cuenta la situación de los receptores más expuestos al ruido. El cálculo se referenciará con carácter general a 4 m de altura sobre el nivel del suelo.

7.º Representación gráfica de las curvas de nivel de ruido calculadas de acuerdo con el apartado anterior.

b) La zona de servidumbre acústica comprenderá el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por la curva de nivel del índice acústico que, representando el nivel sonoro generado por esta, esté más alejada de la infraestructura, correspondiente al valor límite del área acústica del tipo a), sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial, que figura en la tabla A1, del anexo III.

#### Artículo 9. *Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en los mapas de ruido.*

Las zonas de servidumbre acústica, establecidas por aplicación de los criterios del artículo anterior se delimitarán en los mapas de ruido elaborados por las administraciones competentes en la elaboración de los mismos. Asimismo, estas zonas se incluirán en los instrumentos de planeamiento territorial o urbanístico de los nuevos desarrollos urbanísticos.

#### Artículo 10. *Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en áreas urbanizadas existentes.*

1. Cuando se delimite una zona de servidumbre acústica en un área urbanizada existente, se elaborará simultáneamente el correspondiente plan de acción en materia de contaminación acústica.

2. El plan de acción en materia de contaminación acústica contendrá las medidas correctoras que deban aplicarse a los emisores acústicos vinculados al funcionamiento de la infraestructura, atendiendo a su grado de participación en el estado de la situación, y a las vías de propagación, así como los responsables de su adopción, la cuantificación económica de cada una de aquellas y, cuando sea posible, un proyecto de financiación.

3. Cuando dentro de una zona de servidumbre acústica delimitada como consecuencia de la instalación de una nueva infraestructura o equipamiento existan edificaciones preexistentes, en la declaración de impacto ambiental que se formule se especificarán las medidas que resulten económicamente proporcionadas, tomando en consideración las mejores técnicas disponibles tendientes a que se alcancen en el interior de tales edificaciones unos niveles de inmisión acústica compatibles con el uso característico de las mismas.

**Artículo 11. Servidumbres acústicas y planeamiento territorial y urbanístico.**

1. El planeamiento territorial y urbanístico incluirá entre sus determinaciones las que resulten necesarias para conseguir la efectividad de las servidumbres acústicas en los ámbitos territoriales de ordenación afectados por ellas. En caso de que dicho planeamiento incluya la adopción de medidas correctoras eficaces que disminuyan los niveles sonoros en el entorno de la infraestructura, la zona de servidumbre acústica podrá ser modificada por el órgano que la delimitó. Cuando estas medidas correctoras pierdan eficacia o desaparezcan, la zona de servidumbre se restituirá a su estado inicial.

2. Con el fin de conseguir la efectividad de las servidumbres acústicas, los instrumentos de planeamiento territorial y urbanístico que ordenen físicamente ámbitos afectados por las mismas deberán ser remitidos con anterioridad a su aprobación inicial revisión o modificación sustancial, al órgano sustantivo competente de la infraestructura, para que emita informe preceptivo. Esta regla será aplicable tanto a los nuevos instrumentos como a las modificaciones y revisiones de los ya existentes.

3. Los titulares de las infraestructuras para cuyo servicio se establecen las servidumbres acústicas podrán instar en la vía procedente su aplicación, sin perjuicio de que el incumplimiento sea imputable en cada caso al responsable del mismo.

**Artículo 12. Zonas de servidumbres acústicas. Plazo de vigencia.**

1. Las zonas de servidumbre acústica mantendrán su vigencia por tiempo indefinido.

2. Se deberá revisar la delimitación de las servidumbres acústicas cuando se produzcan modificaciones sustanciales en las infraestructuras, que originen variaciones significativas de los niveles sonoros en el entorno de las mismas.

3. En el proceso de revisión de las zonas de servidumbre acústica, en el que se podrán revisar las limitaciones asociadas a la misma, se aplicará el procedimiento establecido en los artículos anteriores.

**Artículo 13. Zonificación acústica y planeamiento.**

1. Todas las figuras de planeamiento incluirán de forma explícita la delimitación correspondiente a la zonificación acústica de la superficie de actuación. Cuando la delimitación en áreas acústicas esté incluida en el planeamiento general se utilizara esta delimitación.

2. Las sucesivas modificaciones, revisiones y adaptaciones del planeamiento general que contengan modificaciones en los usos del suelo conllevarán la necesidad de revisar la zonificación acústica en el correspondiente ámbito territorial.

3. Igualmente será necesario realizar la oportuna delimitación de las áreas acústicas cuando, con motivo de la tramitación de planes urbanísticos de desarrollo, se establezcan los usos pormenorizados del suelo.

4. La delimitación por tipo de área acústica de las distintas superficies del territorio, que aplicando los criterios del artículo 5, estén afectadas por la zonificación acústica, deberá estar terminada, con carácter general, antes de cinco años, a partir de la fecha de entrada en vigor de este real decreto, y en las aglomeraciones de más de 250.000 habitantes antes del 1 de enero de 2008.

5. Las comunidades autónomas velarán por el cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior dentro de los plazos fijados, arbitrando las medidas necesarias para ello. La adecuación del planeamiento a lo establecido en este real decreto se realizará en la forma y con el procedimiento que disponga la normativa autonómica.

**SECCIÓN 2.ª OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA**

**Artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.**

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

En estas áreas acústicas las administraciones competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado, mediante la aplicación de planes zonales específicos a los que se refiere el artículo 25.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

b) En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla A, del anexo II, que le sea de aplicación.

2. Para el resto de las áreas urbanizadas se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del anexo II, disminuido en 5 decibelios.

3. Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.1 la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, como área acústica tipo g), por requerir una especial protección contra la contaminación acústica, se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación.

4. Como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, se establece el mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible.

**Artículo 15. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.**

Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Aeq}$  o  $L_{Aeq}$ , los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, en el periodo de un año, que:

a) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

b) El 97 % de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.



**Artículo 16. Objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior.**

1. Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 2, se establece como objetivos de calidad acústica para el ruido y para las vibraciones, la no superación en el espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, de los correspondientes valores de los índices de inmisión de ruido y de vibraciones establecidos, respectivamente, en las tablas B y C, del anexo II. Estos valores tendrán la consideración de valores límite.

2. Cuando en el espacio interior de las edificaciones a que se refiere el apartado anterior, localizadas en áreas urbanizadas existentes, se superen los valores límite, se les aplicará como el objetivo de calidad acústica alcanzar los valores de los índices de inmisión de ruido y de vibraciones establecidos, respectivamente, en las tablas B y C, del anexo II.

**Artículo 17. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior.**

1. Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 16, cuando:

a) Para cada uno de los índices de inmisión de ruido,  $L_{d}$ ,  $L_{n}$ , o  $L_{nT}$ , los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, para el periodo de un año, que:

i) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla B, del anexo II.

ii) El 97 % de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B, del anexo II.

b) Los valores del índice de vibraciones  $L_{wv}$ , evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen lo siguiente:

i) Vibraciones estacionarias:

Ningún valor del índice supera los valores fijados en la tabla C, del anexo II.

ii) Vibraciones transitorias.

Los valores fijados en la tabla C, del anexo II podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con el procedimiento siguiente:

1.º Se consideran los dos periodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00-23:00 horas y periodo noche, comprendido entre las 23:00-07:00 horas.

2.º En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.

3.º En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.

4.º El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.

2. Se considerará que, una edificación es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de objetivos de calidad acústica al espacio interior de las edificaciones, a que se refiere el artículo 20, y la disposición adicional quinta de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, cuando al aplicar el sistema de verificación acústica de las edificaciones, establecido conforme a la disposición adicional cuarta de dicha Ley, se cumplan las exigencias acústicas básicas impuestas por el Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

**CAPÍTULO IV****Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión****Artículo 18. Emisión de ruido de los vehículos de motor y ciclomotores.**

1. Los vehículos de motor y ciclomotores en circulación deberán corresponder a tipos previamente homologados en lo que se refiere a niveles sonoros de emisión admisibles, de acuerdo con la reglamentación vigente, por aplicación del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas comunitarias, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, y del Decreto 1439/1972, de 25 de mayo, de homologación de vehículos automóviles en lo que se refiere al ruido por ellos producido.

2. Sin perjuicio de lo establecido en la disposición adicional primera, el valor límite del nivel de emisión sonora de un vehículo de motor o ciclomotor en circulación se obtiene sumando 4 dB(A) al nivel de emisión sonora que figura en la ficha de homologación del vehículo, correspondiente al ensayo a vehículo parado, evaluado de conformidad con el método de medición establecido en el procedimiento de homologación aplicable al vehículo, de acuerdo con la reglamentación vigente.

3. Todos los conductores de vehículos de motor y ciclomotores quedan obligados a colaborar en las pruebas de control de emisiones sonoras que sean requeridas por la autoridad competente, para comprobar posibles incumplimientos de los límites de emisión sonora.

**Artículo 19. Emisión de ruido de los vehículos de motor destinados a servicios de urgencias.**

1. Los vehículos de motor destinados a servicios de urgencias deberán disponer de un mecanismo de regulación de la intensidad sonora de los dispositivos acústicos que la reduzca a unos niveles comprendidos entre 70 y 90 dB(A), medidos a tres metros de distancia y en la dirección de máxima emisión, durante el periodo nocturno, cuando circulen por zonas habitadas.

2. Los vehículos destinados a servicio de urgencias disponen de un año, a partir de la entrada en vigor de este real decreto, para instalar el mecanismo a que se refiere el apartado anterior.

**Artículo 20. Emisión de ruido de embarcaciones de recreo y motos náuticas.**

Las embarcaciones de recreo con motores intraborda o mixtos sin escape integrado, las motos náuticas, los motores fueraborda y los motores mixtos con escape integrado deberán diseñarse, construirse y montarse de manera que las emisiones sonoras no superen los valores límite de emisión sonora que se establecen en el Real Decreto 2127/2004, de 29 de octubre, por el que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo, de las motos náuticas, de sus componentes y de las emisiones de escape y sonoras de sus motores.

**Artículo 21. Emisión de ruido de las aeronaves subsónicas civiles.**

1. Los aviones de reacción subsónicos civiles cuya masa máxima al despegue sea igual o superior a 34.000 Kg. o cuya capacidad interior certificada para el tipo de avión de que se trate sea superior a 19 pasajeros, excluidos los asientos reservados a la tripulación, sólo podrán ser utilizados en los aeropuertos civiles españoles cuando previamente hayan obtenido una certificación acústica correspondiente a las normas enunciadas en el anexo 16

al Convenio de Aviación Civil Internacional, segunda edición (1988), volumen I, segunda parte, capítulo 3.

2. Se exceptúa del cumplimiento del apartado anterior las excepciones a que hace referencia el Real Decreto 1422/1992, de 27 de noviembre, sobre limitación del uso de los aviones de reacción subsónicos civiles.

**Artículo 22. Emisión de ruido de las máquinas de uso al aire libre.**

La maquinaria utilizada en actividades al aire libre en general, y en las obras públicas y en la construcción en particular, debe ajustarse a las prescripciones establecidas en la legislación vigente referente a emisiones sonoras de maquinaria de uso al aire libre, y en particular, cuando les sea de aplicación, a lo establecido en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, y las normas complementarias.

**Artículo 23. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.**

1. Las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para que no transmitan al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruido superiores a los valores límite de inmisión establecidos en la tabla A1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

2. Así mismo, las nuevas infraestructuras ferroviarias o aeroportuarias no podrán transmitir al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores límite de inmisión máximos en la tabla A2, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

3. De igual manera, las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústica para ruido establecidos en los artículos 14 y 16.

4. Lo dispuesto en este artículo se aplicará únicamente fuera de las zonas de servidumbre acústica.

**Artículo 24. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras portuarias y a nuevas actividades.**

1. Toda nueva instalación, establecimiento o actividad portuaria, industrial, comercial, de almacenamiento, deportivo-recreativa o de ocio deberá adoptar las medidas necesarias para que no transmita al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores límite en la tabla B1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

No obstante, serán de aplicación los valores límite previstos en el artículo 23 al tráfico portuario, así como al tráfico rodado y ferroviario que tenga lugar en las infraestructuras portuarias.

2. De igual manera, cuando por efectos aditivos derivados, directa o indirectamente, del funcionamiento o ejercicio de una instalación, establecimiento o actividad de las relacionadas en el apartado anterior, se superen los objetivos de calidad acústica para ruido establecidos en los artículos 14 y 16, esa actividad deberá adoptar las medidas necesarias para que tal superación no se produzca.

3. Ninguna instalación, establecimiento, actividad industrial, comercial, de almacenamiento, deportivo-

recreativo o de ocio podrá transmitir a los locales colindantes en función del uso de éstos, niveles de ruido superiores a los establecidos en la tabla B2, del anexo III, evaluados de conformidad con los procedimientos del anexo IV. A estos efectos, se considerará que dos locales son colindantes, cuando en ningún momento se produce la transmisión de ruido entre el emisor y el receptor a través del medio ambiente exterior.

4. Los niveles de ruido anteriores se aplicarán, asimismo, a otros establecimientos abiertos al público no mencionados anteriormente, atendiendo a razones de analogía funcional o de equivalente necesidad de protección acústica.

5. En edificios de uso exclusivo comercial, oficinas o industrial, los límites exigibles de transmisión interior entre locales afectos a diferentes titulares, serán los establecidos en función del uso del edificio. A los usos que, en virtud de determinadas normas zonales, puedan ser compatibles en esos edificios, les serán de aplicación los límites de transmisión a interiores correspondientes al uso del edificio.

**Artículo 25. Cumplimiento de los valores límite de inmisión de ruido aplicables a los emisores acústicos.**

1. En el caso de mediciones o de la aplicación de otros procedimientos de evaluación apropiados, se considerará que se respetan los valores límite de inmisión de ruido establecidos en los artículos 23 y 24, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplan, para el periodo de un año, que:

a) Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, del artículo 23.

i) Ningún valor promedio del año supera los valores fijados en la tabla A1, del anexo III.

ii) Ningún valor diario supera en 3 dB los valores fijados en la tabla A1, del anexo III.

iii) El 97 % de todos los valores diarios no superan los valores fijados en la tabla A2, del anexo III.

b) Infraestructuras portuarias y actividades, del artículo 24.

i) Ningún valor promedio del año supera los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.

ii) Ningún valor diario supera en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.

iii) Ningún valor medido del índice  $L_{\text{eq},1}$  supera en 5 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.

2. A los efectos de la inspección de actividades, a que se refiere el artículo 27 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, se considerará que una actividad, en funcionamiento, cumple los valores límite de inmisión de ruido establecidos en el artículo 24, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplan lo especificado en los apartados b. ii) y b. iii), del párrafo 1.

**Artículo 26. Valores límite de vibración aplicables a los emisores acústicos.**

Los nuevos emisores acústicos, de los relacionados en el artículo 12.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, deberán adoptar las medidas necesarias para no transmitir al espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, vibraciones que contribuyan a superar los objetivos de calidad acústica para vibraciones que les sean de aplicación de acuerdo con el artículo 16, evaluadas conforme al procedimiento establecido en el anexo IV.



## CAPÍTULO V

**Procedimientos y métodos de evaluación de la contaminación acústica**

**Artículo 27.** *Métodos de evaluación de los índices acústicos.*

Los valores de los índices acústicos establecidos en este real decreto se determinarán de conformidad con los métodos de evaluación descritos en los apartados A y B, del anexo IV.

**Artículo 28.** *Métodos de cálculo del  $L_{d, L_n}$  y  $L_n$ .*

1. Los valores de los índices de ruido  $L_{d, L_n}$  y  $L_n$  se podrán determinar aplicando los métodos de cálculo descritos en el punto 2, del apartado A, del anexo IV.

2. Hasta tanto se adopten métodos de cálculo homogéneos en el marco de la Unión Europea, se podrán utilizar métodos de evaluación distintos de los anteriores, adaptados de conformidad con el anexo IV. En este caso, se deberá demostrar que esos métodos dan resultados equivalentes a los que se obtienen con los métodos a que se refiere el punto 2, del apartado A, del anexo IV.

**Artículo 29.** *Métodos de evaluación de los efectos nocivos.*

Los efectos nocivos se podrán evaluar según las relaciones dosis-efecto a las que se hace referencia en el anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

**Artículo 30.** *Instrumentos de medida.*

1. Los instrumentos de medida y calibradores utilizados para la evaluación del ruido deberán cumplir las disposiciones establecidas en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

2. En los trabajos de evaluación del ruido por medición, derivados de la aplicación de este real decreto, se deberán utilizar instrumentos de medida y calibradores que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, a que se refiere el apartado anterior, para los de tipo 1/clase 1.

3. Los instrumentos de medida utilizados para todas aquellas evaluaciones de ruido, en las que sea necesario el uso de filtros de banda de octava o 1/3 de octava, deberán cumplir lo exigido para el grado de precisión tipo 1/clase 1 en las normas UNE-EN 61260:1997 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava» y UNE-EN 61260/A1:2002 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava».

4. En la evaluación de las vibraciones por medición se deberán emplear instrumentos de medida que cumplan las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 8041:2006. «Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida».

**Artículo 31.** *Entidades que realizan la evaluación.*

Con el fin de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación de la contaminación acústica sean homogéneos y comparables, las administraciones competentes velarán por que las entidades encargadas de la realización de tales evaluaciones tengan la capacidad técnica adecuada. Asimismo, velarán por la implantación de sistemas de control que aseguren la correcta aplicación de los métodos y procedimientos de evaluación establecidos en este real decreto, para la realización de evaluaciones acústicas.

## CAPÍTULO VI

**Evaluación de la contaminación acústica. Mapas de ruido**

**Artículo 32.** *Elaboración de mapas de ruido.*

1. En desarrollo del artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, se establecen los tipos de mapas de ruido siguientes:

a) Mapas estratégicos de ruido, que se elaborarán y aprobarán por las administraciones competentes para cada uno de los grandes ejes viarios, de los grandes ejes ferroviarios, de los grandes aeropuertos y de las aglomeraciones.

b) Mapas de ruido no estratégicos, que se elaborarán por las administraciones competentes, al menos, para las áreas acústicas en las que se compruebe el incumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

2. Los mapas estratégicos de ruido a que se refiere el apartado 1,a), se elaborarán de acuerdo con las especificaciones establecidas en este Real Decreto y en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

**Artículo 33.** *Delimitación del ámbito territorial y contenido de los mapas de ruido no estratégicos.*

1. Para la delimitación del ámbito territorial y contenido de los mapas de ruido no estratégicos que se elaboren en aplicación del apartado b), del artículo 14.1 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, que correspondan a áreas acústicas en las que se compruebe el incumplimiento de los objetivos de calidad acústica, se aplicarán los criterios que establezca la administración competente para la elaboración y aprobación de estos tipos de mapas de ruido.

2. En el caso de que no se disponga de criterios específicos de delimitación del ámbito territorial para los mapas de ruido no estratégicos se aplicarán los establecidos en el artículo 9 del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

3. Sin perjuicio de normas más específicas que se pudieran establecer, los mapas de ruido no estratégicos cumplirán los requisitos mínimos establecidos en el anexo IV del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

**Disposición adicional primera.** *Determinación del nivel de emisión sonora a vehículo parado.*

En el caso de que la correspondiente ficha de características de un vehículo, debido a su antigüedad u otras razones, no indique el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado, o que este valor, no haya sido fijado reglamentariamente por el Ministerio competente en la homologación y la Inspección Técnica de Vehículos, dicho nivel de emisión sonora se determinará, a efectos de la obtención del valor límite a que se refiere el artículo 18.2, de la forma siguiente:

a) Si se trata de un ciclomotor, el nivel de emisión sonora será de 87 dB(A).

b) Para los vehículos de motor, la inspección técnica deberá dictaminar que el vehículo se encuentra en perfecto estado de mantenimiento. En estas condiciones, se determinará el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado siguiendo el procedimiento reglamentariamente establecido. El nivel de emisión sonora así obtenido será, a partir de este momento, el que se considerará para determinar el valor límite de emisión aplicable al vehículo.

Disposición adicional segunda. *Actividades e infraestructuras nuevas.*

1. A los efectos de lo previsto en este Real Decreto tendrán la consideración de actividades nuevas aquéllas que inicien la tramitación de las actuaciones de intervención administrativa previstas en los párrafos a), b) y c) del art. 18.1 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, con posterioridad a la entrada en vigor de este Real Decreto.

2. Asimismo, lo dispuesto en este Real Decreto para las infraestructuras nuevas será de aplicación, teniendo en cuenta lo dispuesto en la disposición adicional tercera, a aquellas de competencia de la Administración General del Estado, cuya tramitación de la declaración de impacto ambiental se inicie con posterioridad a la entrada en vigor de este Real Decreto. A estos efectos, se entenderá como inicio de la tramitación la recepción por el órgano ambiental del documento inicial del proyecto, procedente del órgano sustantivo, conforme a lo dispuesto en la legislación en materia de evaluación de impacto ambiental.

3. Las actividades e infraestructuras nuevas se someterán a los valores límite de inmisión establecidos en el Anexo III, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 10 en caso de tratarse de una zona de servidumbre acústica de una infraestructura.

Disposición adicional tercera. *Infraestructuras de competencia estatal.*

1. Las competencias que se atribuyen a la Administración General del Estado en el artículo 4.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en relación con las infraestructuras viarias, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias de competencia estatal, corresponderán al Ministerio de Fomento.

2. A efectos de la Disposición adicional segunda de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, y de este Real Decreto, tendrán la consideración de nuevas infraestructuras de competencia estatal:

a) La construcción de un nuevo trazado en el caso de las carreteras o ferrocarriles, que requiera declaración de impacto ambiental.

b) Las obras de modificación de una infraestructura preexistente sujetas a declaración de impacto ambiental, que supongan, al menos, la duplicación de la capacidad operativa de la infraestructura correspondiente, entendiéndose por tal:

—En el caso de un aeropuerto, cuando las obras de modificación del mismo permitan duplicar el número máximo de operaciones por hora de aeronaves;

—en el caso de una carretera, cuando las obras de modificación permitan la duplicación de la máxima intensidad de vehículos que pueden pasar por ese tramo de carretera. La intensidad se expresará en vehículos por hora;

—en el caso de un puerto, cuando se duplique la superficie del suelo destinada al tráfico portuario;

—en el caso de una infraestructura ferroviaria, cuando la obra de modificación permita duplicar la capacidad de adjudicación de la infraestructura preexistente.

3. A los efectos de la aplicación del art. 14.1.a) en relación con las infraestructuras de competencia estatal, los planes zonales específicos se referirán únicamente a los planes de acción previstos en el artículo 10 que elabore y apruebe la Administración General del Estado.

4. Los objetivos ambientales de los planes de acción a los que se refiere el apartado anterior aplicables a las infraestructuras estatales preexistentes, se alcanzarán antes del 31 de diciembre de 2020, en los términos y de

acuerdo con los principios establecidos en el primer párrafo del apartado 3 de la disposición adicional segunda de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.

Disposición adicional cuarta. *Infraestructuras de competencia autonómica y local.*

En lo relativo a las infraestructuras de competencia autonómica o local, las Comunidades Autónomas determinarán los plazos y condiciones de aplicación de:

—Los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14.1, en relación con el Anexo II, para las infraestructuras preexistentes.

—Los valores límite de inmisión establecidos en el artículo 23, en relación con el Anexo III, para las nuevas infraestructuras.

Disposición adicional quinta. *Prevención de riesgos laborales.*

En materia de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, se estará a lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo y, específicamente, en el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, y en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, respecto a la protección de los trabajadores frente a los riesgos que en ellos se contemplan.

Disposición transitoria primera. *Zonas de servidumbre acústica.*

En tanto no se apruebe el mapa acústico o las servidumbres acústicas procedentes de cada una de las infraestructuras de competencia de la Administración General del Estado, se entenderá por zona de servidumbre acústica de las mismas a efectos de lo dispuesto en este Real Decreto y, especialmente, de sus artículos 10 y 23, el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por los puntos del territorio, o curva isófona en los que se midan los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las áreas acústicas correspondientes.

Disposición transitoria segunda. *Uso de instrumentos de medida del ruido del tipo 2/clase 2.*

1. Durante un periodo de siete años, a partir de la fecha de publicación de este real decreto, se podrán utilizar en los trabajos de evaluación del ruido por medición, derivados de la aplicación de este real decreto, instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, para los de tipo 2/clase 2.

2. Se exceptúa de la aplicación del apartado anterior, a los trabajos de evaluación del ruido por medición que sirvan de base para la imposición de sanciones administrativas o en los procesos judiciales. En estos casos se utilizarán instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos por la Orden citada en el apartado anterior, para los de tipo 1 / clase 1.



Disposición final primera. *Modificación del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*

El Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, queda modificado como sigue:

Uno. El apartado b) del artículo 3, queda redactado del siguiente modo:

«b) Efectos nocivos: los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.»

Dos. El apartado j) del artículo 3 queda redactado del siguiente modo:

«j) Molestia: el grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.»

Tres. Se sustituye el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental por el siguiente:

#### «ANEXO III

##### Métodos de evaluación de los efectos nocivos

1. Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población.

2. Las relaciones dosis-efecto que se establezcan para la adaptación de este anexo a la normativa comunitaria se referirán en particular a lo siguiente:

—la relación entre las molestias y los valores de  $L_{den}$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,

—La relación entre las alteraciones del sueño y los valores de  $L_n$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

3. En caso necesario, podrán presentarse relaciones dosis-efecto específicas para:

—Viviendas con aislamiento especial contra el ruido, según la definición del anexo VI,

—viviendas con fachada tranquila, según la definición del anexo VI,

—distintos climas o culturas,

—grupos de población vulnerables,

—ruido industrial tonal,

—ruido industrial impulsivo y otros casos especiales.

4. En tanto no se establezcan en la normativa comunitaria procedimientos comunes para determi-

nar el grado de molestia, basados en las relaciones dosis-efectos del ruido sobre la población, se considerarán como valores admisibles de referencia en relación con las molestias y alteraciones del sueño, los que se determinen reglamentariamente.

Disposición final segunda. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.16.ª y 23.ª de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de bases y coordinación general de la sanidad y de legislación básica sobre protección del medio ambiente. Ello sin perjuicio de que la regulación de servidumbres acústicas de las infraestructuras estatales y el régimen especial de aeropuertos y equipamientos vinculados al sistema de navegación y transporte aéreo se dicte de conformidad con lo establecido en los párrafos 20.ª, 21.ª y 24.ª del apartado 1 del citado artículo 149.

Disposición final tercera. *Financiación.*

Por los Ministerios competentes se adoptarán las medidas presupuestarias necesarias para la aplicación de este Real Decreto sobre las infraestructuras de competencia estatal.

Disposición final cuarta. *Habilitación para el desarrollo reglamentario.*

1. Se habilita a los titulares de los Ministerios de Sanidad y Consumo, de Medio Ambiente, de Fomento, de Vivienda y de Industria, Turismo y Comercio para dictar conjunta o separadamente, según las materias de que se trate, y en el ámbito de sus respectivas competencias, cuantas disposiciones sean necesarias para el desarrollo y aplicación de este real decreto.

2. Se faculta a los titulares de los Ministerios de Sanidad y Consumo y de Medio Ambiente para introducir en los anexos de este real decreto, cuantas modificaciones fuesen precisas para adaptarlos a lo dispuesto en la normativa comunitaria.

Disposición final quinta. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 19 de octubre de 2007.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno  
y Ministra de la Presidencia,  
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

## ANEXO I

### A. Índices de ruido

#### 1. Periodos temporales de evaluación.

Se establecen los tres periodos temporales de evaluación diarios siguientes:

- 1º) Periodo día (*d*): al periodo día le corresponden 12 horas;
- 2º) Periodo tarde (*e*): al periodo tarde le corresponden 4 horas;
- 3º) Periodo noche (*n*): al periodo noche le corresponden 8 horas.

La administración competente puede optar por reducir el periodo tarde en una o dos horas y alargar los periodos día y/o noche en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que facilite al Ministerio de Medio Ambiente información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto. En el caso de la modificación de los periodos temporales de evaluación, esta modificación debe reflejarse en la expresión que determina los índices de ruido.

b) Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo tarde de 19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local.

La administración competente podrá modificar la hora de comienzo del periodo día y, por consiguiente, cuándo empiezan los periodos tarde y noche. La decisión de modificación deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido.

c) A efectos de calcular los promedios a largo plazo, un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.

#### 2. Definición de los índices de ruido.

##### a) Índice de ruido continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ .

El índice de ruido  $L_{Aeq,T}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de *T* segundos, definido en la norma ISO 1996-1: 1987.

Donde:

- Si  $T = d$ ,  $L_{Aeq,d}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo día;
- Si  $T = e$ ,  $L_{Aeq,e}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo tarde;
- Si  $T = n$ ,  $L_{Aeq,n}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo noche;

##### b) Definición del Índice de ruido máximo $L_{Amax}$ .

El índice de ruido  $L_{Amax}$  es el mas alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast,  $L_{AFmax}$  definido en la norma ISO 1996-1:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación.

##### c) Definición del Índice de ruido continuo equivalente corregido $L_{K_{eq},T}$ .

El índice de ruido  $L_{K_{eq},T}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, ( $L_{Aeq,T}$ ), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, de conformidad con la expresión siguiente:

$$L_{K_{eq},T} = L_{Aeq,T} + K_t + K_f + K_i$$

Donde:

- $K_t$  es el parámetro de corrección asociado al índice  $L_{K_{eq},T}$  para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes tonales emergentes, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
- $K_f$  es el parámetro de corrección asociado al índice  $L_{K_{eq},T}$  para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes de baja frecuencia, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
- $K_i$  es el parámetro de corrección asociado al índice  $L_{K_{eq},T}$  para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de ruido de carácter impulsivo, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
- Si  $T = d$ ,  $L_{K_{eq},d}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el periodo día;



- Si  $T = e$ ,  $L_{K_{eq,e}}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período tarde;
- Si  $T = n$ ,  $L_{K_{eq,n}}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período noche;

d) Definición del Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo  $L_{K,x}$ .

El índice de ruido  $L_{K,x}$  es el nivel sonoro promedio a largo plazo, dado por la expresión que sigue, determinado a lo largo de todos los periodos temporales de evaluación "x" de un año.

$$L_{K,x} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{K_{eq,x}})_i} \right)$$

Donde:  $n$  es el número de muestras del periodo temporal de evaluación "x", en un año  
 $(L_{K_{eq,x}})_i$  es el nivel sonoro corregido, determinado en el periodo temporal de evaluación "x" de la i-ésima muestra.

3. Altura del punto de evaluación de los índices de ruido.

a) Para la selección de la altura del punto de evaluación podrán elegirse distintas alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, en aplicaciones, tales como:

- 1º la planificación acústica,
- 2º la determinación de zonas ruidosas,
- 3º la evaluación acústica en zonas rurales con casas de una planta,
- 4º la preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas y
- 5º la elaboración de un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

b) Cuando se efectúen mediciones en el interior de los edificios, las posiciones preferentes del punto de evaluación estarán al menos a 1 m de las paredes u otras superficies, a entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso, y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.

4. Evaluación del ruido en el ambiente exterior.

En la evaluación de los niveles sonoros en el ambiente exterior mediante índices de ruido, el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en el propio paramento vertical.

## B. Índices de vibración

Definición del índice de vibración  $L_{gw}$ .

El índice de vibración,  $L_{gw}$  en decibelios (dB), se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{gw} = 20 \lg \frac{a_w}{a_0}$$

Siendo:

- $a_w$ : el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación en frecuencia  $w_m$ , en el tiempo  $t$ ,  $a_w(t)$ , en  $m/s^2$ .
- $a_0$ : la aceleración de referencia ( $a_0 = 10^{-6} m/s^2$ ).

Donde:

- La ponderación en frecuencia se realiza según la curva de atenuación  $w_m$  definida en la norma ISO 2631-2:2003: Vibraciones mecánicas y choque – evaluación de la exposición de las personas a las vibraciones globales del cuerpo – Parte 2 Vibraciones en edificios 1 – 80 Hz.
- El valor eficaz  $a_w(t)$  se obtiene mediante promediado exponencial con constante de tiempo 1s (slow). Se considerará el valor máximo de la medición  $a_w$ . Este parámetro está definido en la norma ISO 2631-1:1997 como MTVV (Maximum Transient Vibration Value), dentro del método de evaluación denominado "running RMS".

**A N E X O II****Objetivos de calidad acústica****Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.**

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

**Tabla B.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. (1)**

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

(1) Los valores de la tabla B, se refieren a los valores del índice de inmisión resultantes del conjunto de emisores acústicos que inciden en el interior del recinto (instalaciones del propio edificio, actividades que se desarrollan en el propio edificio o colindantes, ruido ambiental transmitido al interior).

Nota: Los objetivos de calidad aplicables en el espacio interior están referenciados a una altura de entre 1,2 m y 1,5 m.

**Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.**

Uso del edificio	Índice de vibración $L_{9w}$
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

A los efectos de lo establecido en el punto 4 del Anexo III del Real decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se considerarán como valores admisibles de referencia, en relación con las molestias y alteraciones del sueño, los que se establecen en las tablas de este y el siguiente anexo.

### A N E X O III

#### Emisores acústicos. Valores límite de inmisión

**Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.**

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_d$	$L_n$	$L_{n1}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

**Tabla A2. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.**

Tipo de área acústica		Índice de ruido $L_{Amax}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

**Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.**

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

**Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades.**

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

**ANEXO IV****Métodos y procedimientos de evaluación para los índices acústicos****A. Métodos de evaluación para los índices de ruido**

## 1. Introducción.

Los valores de los índices acústicos establecidos por este real decreto pueden determinarse bien mediante cálculos o mediante mediciones (en el punto de evaluación). Las predicciones sólo pueden obtenerse mediante cálculos.

A los efectos de la inspección de actividades por las administraciones públicas competentes, la valoración de los índices acústicos se determinará únicamente mediante mediciones.

## 2. Métodos de cálculo de los índices $L_d$ , $L_e$ y $L_n$ .

Los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ , son los establecidos en el apartado 2, del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

## 3. Métodos y procedimientos de medición de ruido.

### 3.1. Adaptación de los métodos de medida.

Las administraciones competentes que opten por la evaluación de los índices de ruido mediante la medición in situ deberán adaptar los métodos de medida utilizados a las definiciones de los índices de ruido del anexo I, y cumplir los principios, aplicables a las mediciones para evaluar niveles de ruido en determinados periodos temporales de evaluación y para promedios a largo plazo, según corresponda, expuestos en las normas ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982.

### 3.2. Corrección por reflexiones.

Los niveles de ruido obtenidos en la medición frente a una fachada u otro elemento reflectante deberán corregirse para excluir el efecto reflectante del mismo.

### 3.3. Corrección por componentes tonales ( $K_t$ ), impulsivos ( $K_i$ ) y bajas frecuencias ( $K_f$ ).

Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una la evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.

El valor máximo de la corrección resultante de la suma  $K_t + K_f + K_i$  no será superior a 9 dB.

En la evaluación detallada del ruido, se tomarán como procedimientos de referencia los siguientes:

#### *Presencia de componentes tonales emergentes:*

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- Se realizará el análisis espectral del ruido en 1/3 de octava, sin filtro de ponderación.
- Se calculará la diferencia:

$$L_t = L_f - L_s$$

Donde:

$L_f$ , es el nivel de presión sonora de la banda  $f$ , que contiene el tono emergente.

$L_s$ , es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de  $f$  y el de la banda situada inmediatamente por debajo de  $f$ .

- Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección  $K_t$  aplicando la tabla siguiente:

Banda de frecuencia 1/3 de octava	$L_t$ en dB	Componente tonal $K_t$ en dB
De 20 a 125 Hz	Si $L_t < 8$	0
	Si $8 \leq L_t \leq 12$	3
	Si $L_t > 12$	6
De 160 a 400 Hz	Si $L_t < 5$	0
	Si $5 \leq L_t \leq 8$	3
	Si $L_t > 8$	6
De 500 a 10000 Hz	Si $L_t < 3$	0
	Si $3 \leq L_t \leq 5$	3
	Si $L_t > 5$	6

- En el supuesto de la presencia de más de una componente tonal emergente se adoptará como valor del parámetro  $K_t$ , el mayor de los correspondientes a cada una de ellas.

#### *Presencia de componentes de baja frecuencia:*

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes de baja frecuencia se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

a) Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C.

b) Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$Lf = L_{Ceq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

c) Se determina la presencia o la ausencia de componentes de baja frecuencia y el valor del parámetro de corrección  $K_f$  aplicando la tabla siguiente:

$Lf$ en dB	Componente de baja frecuencia $K_f$ en dB
Si $Lf \leq 10$	0
Si $10 > Lf \leq 15$	3
Si $Lf > 15$	6

*Presencia de componentes impulsivos.*

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes impulsivos se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

a) Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en una determinada fase de ruido de duración  $T_i$  segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo,  $L_{Aeq,Ti}$  y con la constante temporal impulso (I) del equipo de medida,  $L_{Aeq,Ti}$

b) Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$Li = L_{Aeq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

c) Se determinará la presencia o la ausencia de componente impulsiva y el valor del parámetro de corrección  $K_i$  aplicando la tabla siguiente:

$Li$ en dB	Componente impulsiva $K_i$ en dB
Si $Li \leq 10$	0
Si $10 > Li \leq 15$	3
Si $Li > 15$	6

**3.4. Procedimientos de medición.**

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación de los índices de ruido que establece este real decreto se adecuarán a las prescripciones siguientes:

a) Las mediciones se pueden realizar en continuo durante el periodo temporal de evaluación completo, o aplicando métodos de muestreo del nivel de presión sonora en intervalos temporales de medida seleccionados dentro del periodo temporal de evaluación.

b) Cuando en la medición se apliquen métodos de muestreo del nivel de presión sonora, para cada periodo temporal de evaluación, día, tarde, noche, se seleccionarán, atendiendo a las características del ruido que se esté evaluando, el intervalo temporal de cada medida  $T_i$ , el número de medidas a realizar  $n$  y los intervalos temporales entre medidas, de forma que el resultado de la medida sea representativo de la valoración del índice que se está evaluando en el periodo temporal de evaluación.

c) Para la determinación de los niveles sonoros promedios a largo plazo se deben obtener suficientes muestras independientes para obtener una estimación representativa del nivel sonoro promediado de largo plazo.

d) Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas, y las posiciones preferentes del punto de evaluación cumplirán las especificaciones del apartado 3.b), del anexo I A, realizando como mínimo tres posiciones. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.

e) Atendiendo a la finalidad, la evaluación por medición de los índices de ruido que se establecen en este real decreto se adecuará además de lo indicado en los apartados anteriores a las normas específicas de los apartados siguientes:

**3.4.1. Evaluación de los índices de ruido referentes a objetivos de calidad acústica en áreas acústicas.**

a) Se realizará una evaluación preliminar mediante mediciones en continuo durante al menos 24 horas, correspondientes a los episodios acústicamente más significativos, atendiendo a la fuente sonora que tenga mayor contribución en los ambientes sonoros del área acústica.

b) Se determinará el número de puntos necesarios para la caracterización acústica de la zona atendiendo a las dimensiones del área acústica, y a la variación espacial de los niveles sonoros.

c) El micrófono se situará preferentemente a 4 metros sobre el nivel del suelo, fijado a un elemento portante estable y separado al menos 1,20 metros de cualquier fachada o paramento que pueda introducir distorsiones por reflexiones en la medida. Para la medición se podrán escoger otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m. En estos casos se justificarán técnicamente los criterios de corrección aplicados.

#### 3.4.2. Evaluación de los índices de ruido referentes a los niveles sonoros producidos por los emisores acústicos.

##### a) Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

- Se deberán realizar al menos 3 series de mediciones del  $L_{Aeq,T_i}$  con tres mediciones en cada serie, de una duración mínima de 5 minutos ( $T_i = 300$  segundos), con intervalos temporales mínimos de 5 minutos, entre cada una de las series.
- La evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices  $L_{Aeq,T_i}$  de cada una de las medidas realizadas, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{Aeq,T_i}} \right)$$

Donde:

$T$ , es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado.

$T_i$ , intervalo de tiempo de la medida  $i$ .

$n$ , es el número de mediciones del conjunto de las series de mediciones realizadas en el periodo de tiempo de referencia  $T$ .

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

##### b) Infraestructuras portuarias y actividades.

- Cuando la finalidad de las mediciones sea la inspección de actividades, los titulares o usuarios de aparatos generadores de ruidos, tanto al aire libre como en establecimientos o locales, facilitarán a los inspectores el acceso a sus instalaciones o focos de emisión de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores, pudiendo presenciar aquellos todo el proceso operativo.
- La medición, tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el lugar en que su valor sea más alto.
- La medición, tanto de los ruidos emitidos al ambiente exterior de las áreas acústicas, como de los transmitidos al ambiente interior de las edificaciones por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el punto de evaluación, en que su valor sea más alto.
- Cuando, por las características del emisor acústico, se comprueben variaciones significativas de sus niveles de emisión sonora durante el periodo temporal de evaluación, se dividirá éste, en intervalos de tiempo,  $T_i$ , o fases de ruido ( $i$ ) en los cuales el nivel de presión sonora en el punto de evaluación se perciba de manera uniforme.
- En cada fase de ruido se realizarán al menos tres mediciones del  $L_{Keq,T_i}$  de una duración mínima de 5 segundos, con intervalos de tiempo mínimos de 3 minutos, entre cada una de las medidas.
- Las medidas se considerarán válidas, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos, es menor o igual a 6 dBA.
- Si la diferencia fuese mayor, se deberá proceder a la obtención de una nueva serie de tres mediciones.
- De reproducirse un valor muy diferenciado del resto, se investigará su origen. Si se localiza, se deberá repetir hasta cinco veces las mediciones, de forma que el foco origen de dicho valor entre en funcionamiento durante los cinco segundos de duración de cada medida.
- Se tomará como resultado de la medición el valor más alto de los obtenidos.
- En la determinación del  $L_{Keq,T_i}$  se tendrá en cuenta la corrección por ruido de fondo. Para la determinación del ruido de fondo, se procederá de forma análoga a la descrita en el punto anterior, con el emisor acústico que se está evaluando parado.
- Cuando se determinen fases de ruido, la evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices  $L_{Keq,T_i}$  de cada fase de ruido medida, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Keq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0,1 L_{Keq,T_i}} \right)$$

Donde:

$T$ , es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado ( $\geq \sum T_i$ ).

$T_i$ , es el intervalo de tiempo asociado a la fase de ruido  $i$ . La suma de los  $T_i = T$ .

$n$ , es el número de fases de ruido en que se descompone el periodo temporal de referencia  $T$ .

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

### 3.5. Condiciones de medición.

En la realización de las mediciones para la evaluación de los niveles sonoros, se deberán guardar las siguientes precauciones:

- Las condiciones de humedad y temperatura deberán ser compatibles con las especificaciones del fabricante del equipo de medida.
- En la evaluación del ruido transmitido por un determinado emisor acústico no serán válidas las mediciones realizadas en el exterior con lluvia, teniéndose en cuenta para las mediciones en el interior, la influencia de la misma a la hora de determinar su validez en función de la diferencia entre los niveles a medir y el ruido de fondo, incluido en éste, el generado por la lluvia.
- Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación acústica de la cadena de medición mediante calibrador sonoro, que garantice un margen de desviación no superior a 0,3 dB respecto al valor de referencia inicial.
- Las mediciones en el medio ambiente exterior se realizarán usando equipos de medida con pantalla antiviento. Así mismo, cuando en el punto de evaluación la velocidad del viento sea superior a 5 metros por segundo se desistirá de la medición.

## B. Métodos de evaluación para el índice de vibraciones.

### 1. Métodos de medición de vibraciones.

Los métodos de medición recomendados para la evaluación del índice de vibración  $L_{av}$ , son los siguientes:

- Con instrumentos con la ponderación frecuencial  $w_m$ .

Este método se utilizará para evaluaciones de precisión y requiere de un instrumento que disponga de ponderación frecuencial  $w_m$ , de conformidad con la definición de la norma ISO 2631-2:2003.

Se medirá el valor eficaz máximo obtenido con un detector de media exponencial de constante de tiempo 1s (slow) durante la medición. Este valor corresponderá al parámetro  $a_{wv}$ , Maximum Transient Vibration Value, (MTVV), según se recoge en la norma ISO 2631-1:1997.

- Método numérico para la obtención del indicador  $L_{av}$

Cuando los instrumentos de medición no posean ponderación frecuencial y/o detector de media exponencial, o como alternativa a los procedimientos descritos en los apartados a) y c), se podrá recurrir a la grabación de la señal sin ponderación y posterior tratamiento de los datos de conformidad con las normas ISO descritas en el apartado a).

- Calculando la ponderación frecuencial  $w_m$ .

Teniendo en cuenta que este procedimiento no es adecuado cuando se miden vibraciones transitorias (a causa de la respuesta lenta de los filtros de tercio octava de más baja frecuencia (108 s) respecto a la respuesta "slow") su uso queda limitado a vibraciones de tipo estacionario.

Cuando los instrumentos no dispongan de la ponderación frecuencial  $w_m$  se podrá realizar un análisis espectral, con resolución mínima de banda de tercio de octava de acuerdo con la metodología que se indica a continuación.

El análisis consiste en obtener la evolución temporal de los valores eficaces de la aceleración con un detector de media exponencial de constante de tiempo 1s (slow) para cada una de las bandas de tercio de octava especificadas en la norma ISO 2631-2:2003 (1 a 80 Hz) y con una periodicidad de como mínimo un segundo para toda la duración de la medición.

A continuación se multiplicará cada uno de los espectros obtenidos por el valor de la ponderación frecuencial  $w_m$  (ISO 2631-2:2003)

En la siguiente tabla se detallan los valores de la ponderación  $w_m$  (ISO 2631-2:2003) para las frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava de 1 Hz a 80 Hz.

Frecuencia Hz	$w_m$	
	factor	dB
1	0,833	-1,59
1,25	0,907	-0,85
1,6	0,934	-0,59
2	0,932	-0,61
2,5	0,910	-0,82



Frecuencia	$w_m$	
	factor	dB
3,15	0,872	-1,19
4	0,818	-1,74
5	0,750	-2,50
6,3	0,669	-3,49
8	0,582	-4,70
10	0,494	-6,12
12,5	0,411	-7,71
16	0,337	-9,44
20	0,274	-11,25
25	0,220	-13,14
31,5	0,176	-15,09
40	0,140	-17,10
50	0,109	-19,23
63	0,0834	-21,58
80	0,0604	-24,38

Seguidamente se obtendrán los valores de aceleración global ponderada para los distintos instantes de tiempo (para cada espectro) mediante la siguiente fórmula:

$$a_{w,i} = \sqrt{\sum_j (w_{m,j} a_{w,i,j})^2}$$

Donde:

- $a_{w,i,j}$ : el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración expresado en  $m/s^2$ , para cada una de las bandas de tercio de octava (j) y para los distintos instantes de la medición (i).
- $w_{m,j}$ : el valor de la ponderación frecuencial  $w_m$  para cada una de las bandas de tercio de octava (j).
- $a_{w,i}$ : el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración global ponderada para los distintos instantes de la medición.

Finalmente, para encontrar el valor de  $a_w$  (MTVV) debe escogerse el valor máximo de las distintas aceleraciones globales ponderadas, para los distintos instantes de medición

$$a_w = \max \{ a_{w,i} \}_i$$

## 2. Procedimientos de medición de vibraciones.

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación del índice de vibración que establece este real decreto se adecuarán a las prescripciones siguientes:

a) Previamente a la realización de las mediciones es preciso identificar los posibles focos de vibración, las direcciones dominantes y sus características temporales.

b) Las mediciones se realizarán sobre el suelo en el lugar y momento de mayor molestia y en la dirección dominante de la vibración si esta existe y es claramente identificable. Si la dirección dominante no está definida se medirá en tres direcciones ortogonales simultáneamente, obteniendo el valor eficaz  $a_{w,i}(t)$  en cada una de ellas y el índice de evaluación como suma cuadrática, en el tiempo  $t$ , aplicando la expresión:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

c) Para la medición de vibraciones generadas por actividades, se distinguirá entre vibraciones de tipo estacionario o transitorio.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en un minuto en el periodo de tiempo en el que se establezca el régimen de funcionamiento más desfavorable; si este no es identificable se medirá al menos un minuto para los distintos regímenes de funcionamiento.

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (foco, intensidad, posición, etc.). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el

artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

d) En la medición de vibraciones generadas por las infraestructuras igualmente se deberá distinguir entre las de carácter estacionario y transitorio. A tal efecto el tráfico rodado en vías de elevada circulación puede considerarse estacionario.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en cinco minutos dentro del periodo de tiempo de mayor intensidad (principalmente de vehículos pesados) de circulación. En caso de desconocerse datos del tráfico de la vía se realizarán mediciones durante un día completo evaluando el valor eficaz  $a_{wv}$ .

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (p.e: en el caso de los trenes se tendrá en cuenta los diferentes tipos de vehículos por cada vía y su velocidad si la diferencia es apreciable). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

e) De tratarse de episodios reiterativos, se realizará la medición al menos tres veces, dándose como resultado el valor más alto de los obtenidos; si se repite la medición con seis o más eventos se permite caracterizar la vibración por el valor medio más una desviación típica.

f) En la medición de la vibración producida por un emisor acústico a efectos de comprobar el cumplimiento de lo estipulado en el artículo 26 se procederá a la corrección de la medida por la vibración de fondo (vibración con el emisor parado).

g) Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación de la cadena de medición con un calibrador de vibraciones, que garantice su buen funcionamiento.

## **A N E X O V**

### **Criterios para determinar la inclusión de un sector del territorio en un tipo de área acústica**

#### **1.- Asignación de áreas acústicas.**

1. La asignación de un sector del territorio a uno de los tipos de área acústica previstos en el artículo 7 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, depende del uso predominante actual o previsto para el mismo en la planificación general territorial o el planeamiento urbanístico.

2. Cuando en una zona coexistan o vayan a coexistir varios usos que sean urbanísticamente compatibles, a los solos efectos de lo dispuesto en este real decreto se determinará el uso predominante con arreglo a los siguientes criterios:

a) Porcentaje de la superficie del suelo ocupada o a utilizar en usos diferenciados con carácter excluyente.

b) Cuando coexistan sobre el mismo suelo, bien por yuxtaposición en altura bien por la ocupación en planta en superficies muy mezcladas, se evaluará el porcentaje de superficie construida destinada a cada uso.

c) Si existe una duda razonable en cuanto a que no sea la superficie, sino el número de personas que lo utilizan, el que defina la utilización prioritaria podrá utilizarse este criterio en sustitución del criterio de superficie establecido en el apartado b).

d) Si el criterio de asignación no está claro se tendrá en cuenta el principio de protección a los receptores más sensibles

e) En un área acústica determinada se podrán admitir usos que requieran mayor exigencia de protección acústica, cuando se garantice en los receptores el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica previstos para ellos, en este real decreto.

f) La asignación de una zona a un tipo determinado de área acústica no podrá en ningún caso venir determinada por el establecimiento de la correspondencia entre los niveles de ruido que existan o se prevean en la zona y los aplicables al tipo de área acústica.

#### **2.- Directrices para la delimitación de las áreas acústicas.**

Para la delimitación de las áreas acústicas se seguirán las directrices generales siguientes:

a) Los límites que delimiten las áreas acústicas deberán ser fácilmente identificables sobre el terreno tanto si constituyen objetos contruidos artificialmente, calles, carreteras, vías ferroviarias, etc. como si se trata de líneas naturales tales como cauces de ríos, costas marinas o lacustre o límites de los términos municipales.

b) El contenido del área delimitada deberá ser homogéneo estableciendo las adecuadas fracciones en la relimitación para impedir que el concepto "uso preferente" se aplique de forma que falsee la realidad a través del contenido global.

c) Las áreas definidas no deben ser excesivamente pequeñas para tratar de evitar, en lo posible, la fragmentación excesiva del territorio con el consiguiente incremento del número de transiciones.

d) Se estudiará la transición entre áreas acústicas colindantes cuando la diferencia entre los objetivos de calidad aplicables a cada una de ellas superen los 5 dB(A).

### 3.- Criterios para determinar los principales usos asociados a áreas acústicas.

A los efectos de determinar los principales usos asociados a las correspondientes áreas acústicas se aplicarán los criterios siguientes:

#### *Áreas acústicas de tipo a).- Sectores del territorio de uso residencial:*

Se incluirán tanto los sectores del territorio que se destinan de forma prioritaria a este tipo de uso, espacios edificados y zonas privadas ajardinadas, como las que son complemento de su habitabilidad tales como parques urbanos, jardines, zonas verdes destinadas a estancia, áreas para la práctica de deportes individuales, etc..

Las zonas verdes que se dispongan para obtener distancia entre las fuentes sonoras y las áreas residenciales propiamente dichas no se asignarán a esta categoría acústica, se considerarán como zonas de transición y no podrán considerarse de estancia.

#### *Áreas acústicas de tipo b).- Sectores de territorio de uso industrial:*

Se incluirán todos los sectores del territorio destinados o susceptibles de ser utilizados para los usos relacionados con las actividades industrial y portuaria incluyendo; los procesos de producción, los parques de acopio de materiales, los almacenes y las actividades de tipo logístico, estén o no afectas a una explotación en concreto, los espacios auxiliares de la actividad industrial como subestaciones de transformación eléctrica etc.

#### *Áreas acústicas de tipo c).- Sectores del territorio con predominio de uso recreativo y de espectáculos:*

Se incluirán los espacios destinados a recintos feriales con atracciones temporales o permanentes, parques temáticos o de atracciones así como los lugares de reunión al aire libre, salas de concierto en auditorios abiertos, espectáculos y exhibiciones de todo tipo con especial mención de las actividades deportivas de competición con asistencia de público, etc.

#### *Áreas acústicas de tipo d).- Actividades terciarias no incluidas en el epígrafe c):*

Se incluirán los espacios destinados preferentemente a actividades comerciales y de oficinas, tanto públicas como privadas, espacios destinados a la hostelería, alojamiento, restauración y otros, parques tecnológicos con exclusión de las actividades masivamente productivas, incluyendo las áreas de estacionamiento de automóviles que les son propias etc.

#### *Áreas acústicas de tipo e).- Zonas del territorio destinadas a usos sanitario, docente y cultural que requieran especial protección contra la contaminación acústica*

Se incluirán las zonas del territorio destinadas a usos sanitario, docente y cultural que requieran, en el exterior, una especial protección contra la contaminación acústica, tales como las zonas residenciales de reposo o geriatría, las grandes zonas hospitalarias con pacientes ingresados, las zonas docentes tales como "campus" universitarios, zonas de estudio y bibliotecas, centros de investigación, museos al aire libre, zonas museísticas y de manifestación cultural etc.

#### *Áreas acústicas de tipo f).- Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte y otros equipamientos públicos que los reclamen*

Se incluirán en este apartado las zonas del territorio de dominio público en el que se ubican los sistemas generales de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario y aeroportuario.

#### *Áreas acústicas de tipo g).- Espacios naturales que requieran protección especial.*

Se incluirán los espacios naturales que requieran protección especial contra la contaminación acústica. En estos espacios naturales deberá existir una condición que aconseje su protección bien sea la existencia de zonas de cría de la fauna o de la existencia de especies cuyo hábitat se pretende proteger.

Asimismo, se incluirán las zonas tranquilas en campo abierto que se pretenda mantener silenciosas por motivos turísticos o de preservación del medio.

# ANEXO 7: DIRECTIVA 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental

L 189/12

ES

Diario Oficial de las Comunidades Europeas

18.7.2002

## DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea y, en particular, el apartado 1 de su artículo 175,

Vista la propuesta de la Comisión <sup>(1)</sup>,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social <sup>(2)</sup>,

Visto el dictamen del Comité de las Regiones <sup>(3)</sup>,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado <sup>(4)</sup>, a la vista del texto conjunto aprobado por el Comité de Conciliación el 8 de abril de 2002,

Considerando lo siguiente:

- (1) En el marco de la política comunitaria debe alcanzarse un grado elevado de protección del medio ambiente y la salud, y uno de los objetivos a los que debe tenderse es la protección contra el ruido. En el Libro Verde sobre política futura de lucha contra el ruido, la Comisión se refiere al ruido ambiental como uno de los mayores problemas medioambientales en Europa.
- (2) En su Resolución de 10 de junio de 1997 <sup>(5)</sup> sobre el Libro Verde de la Comisión, el Parlamento Europeo respaldó dicho Libro Verde, insistió en la necesidad de establecer medidas e iniciativas específicas en una Directiva sobre reducción del ruido ambiental y puso de manifiesto la falta de datos fidedignos y comparables sobre la situación con respecto a las distintas fuentes de ruido.
- (3) En la Comunicación de la Comisión de 1 de diciembre de 1999 sobre transporte aéreo y medio ambiente se definieron un indicador de ruido común y un método común para medir y calcular el ruido en las inmediaciones de los aeropuertos. Dicha Comunicación se ha tenido en cuenta en las disposiciones de la presente Directiva.
- (4) Algunas categorías de emisiones de ruidos procedentes de determinados productos ya están cubiertas por la legislación comunitaria, como la Directiva 70/157/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonoro admisible y el dispositivo de escape de los vehículos a motor <sup>(6)</sup>, la Directiva 77/311/CEE del

Consejo, de 29 de marzo de 1977, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonoro en los oídos de los conductores de tractores agrícolas o forestales de ruedas <sup>(7)</sup>, la Directiva 80/51/CEE del Consejo, de 20 de diciembre de 1979, relativa a la limitación de las emisiones sonoras de las aeronaves subsónicas <sup>(8)</sup> y las Directivas que la completan, a saber, la Directiva 92/61/CEE del Consejo, de 30 de junio de 1992, relativa a la recepción de los vehículos de motor de dos o tres ruedas <sup>(9)</sup> y la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre <sup>(10)</sup>.

- (5) La presente Directiva debe, entre otras cosas, proporcionar una base para desarrollar y completar el conjunto de medidas comunitarias existente sobre el ruido emitido por las principales fuentes, en particular vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carretera, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles, y para desarrollar medidas adicionales a corto, medio y largo plazo.
- (6) Algunas categorías de ruidos, tales como el ruido en el interior de medios de transporte y el generado por actividades domésticas no deben quedar sujetos a la presente Directiva.
- (7) Según el principio de subsidiariedad establecido en el artículo 5 del Tratado, los objetivos del Tratado relativos al logro de un grado elevado de protección del medio ambiente y de la salud se alcanzarán mejor completando la acción de los Estados miembros mediante una acción comunitaria que permita encontrar un terreno común de entendimiento respecto al problema del ruido. Por consiguiente, los datos sobre los niveles de ruido ambiental se deben recabar, cotejar y comunicar con arreglo a criterios comparables. Esto supone el uso de indicadores y métodos de evaluación armonizados, así como de criterios de adaptación de la cartografía del ruido. Es la Comunidad quien mejor puede establecer esos criterios y métodos.

<sup>(1)</sup> DO C 337 E de 28.11.2000, p. 251.

<sup>(2)</sup> DO C 116 de 20.4.2001, p. 48.

<sup>(3)</sup> DO C 148 de 18.5.2001, p. 7.

<sup>(4)</sup> Dictamen del Parlamento Europeo de 14 de diciembre de 2000 (DO C 232 de 17.8.2001, p. 305), Posición común del Consejo de 7 de junio de 2001 (DO C 297 de 23.10.2001, p. 49) y Decisión del Parlamento Europeo de 3 de octubre de 2001 (DO C 87 E de 11.4.2002, p. 118), Decisión del Parlamento Europeo de 15 de mayo de 2002 y Decisión del Consejo de 21 de mayo de 2002.

<sup>(5)</sup> DO C 200 de 30.6.1997, p. 28.

<sup>(6)</sup> DO L 42 de 23.2.1970, p. 16; Directiva cuya última modificación la constituye la Directiva 1999/101/CE de la Comisión (DO L 334 de 28.12.1999, p. 41).

<sup>(7)</sup> DO L 105 de 28.4.1977, p. 1; Directiva cuya última modificación la constituye la Directiva 97/54/CE (DO L 277 de 10.10.1997, p. 24).

<sup>(8)</sup> DO L 18 de 24.1.1980, p. 26; Directiva cuya última modificación la constituye la Directiva 83/206/CEE (DO L 117 de 4.5.1983, p. 15).

<sup>(9)</sup> DO L 225 de 10.8.1992, p. 72; Directiva cuya última modificación la constituye la Directiva 2000/7/CE (DO L 106 de 3.5.2000, p. 1).

<sup>(10)</sup> DO L 162 de 3.7.2000, p. 1.

- (8) Es necesario también establecer métodos comunes de evaluación del ruido ambiental y una definición de los valores límite, en función de indicadores armonizados para calcular los niveles de ruido. Los Estados miembros determinarán las cifras concretas de todo valor límite, teniendo en cuenta, entre otras cosas, la necesidad de aplicar el principio de prevención a fin de mantener espacios tranquilos en aglomeraciones.
- (9) Los indicadores de ruidos comunes seleccionados son  $L_{den}$  para evaluar molestias, y  $L_{night}$  para evaluar alteraciones de sueño. Será también útil permitir que los Estados miembros empleen indicadores suplementarios para vigilar o controlar situaciones especiales de ruido.
- (10) El cartografiado estratégico de ruidos debe imponerse en determinadas zonas de interés, de manera que puedan recogerse en él los datos necesarios para ofrecer una representación de los niveles de ruido percibidos dentro de dicha zona.
- (11) Los planes de acción deben atender las prioridades de dichas zonas de interés y su elaboración debe correr a cargo de las autoridades competentes, en consulta con la población.
- (12) A fin de conseguir una amplia difusión de la información a la población, es preciso elegir los canales de información más adecuados.
- (13) La recogida de datos y la elaboración de informes adecuados a escala comunitaria son aspectos fundamentales para una futura política comunitaria y para aumentar la información de la población.
- (14) La Comisión debe efectuar regularmente una evaluación de la aplicación de la presente Directiva.
- (15) Las disposiciones técnicas relativas a los métodos de evaluación deben completarse y adaptarse, cuando resulte necesario, al progreso científico y técnico y a la evolución de la normalización europea.
- (16) Las medidas necesarias para la ejecución de la presente Directiva deben aprobarse con arreglo a la Decisión 1999/468/CE del Consejo, de 28 de junio de 1999, por la que se establecen los procedimientos para el ejercicio de las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión <sup>(1)</sup>.

HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

#### Artículo 1

##### Objetivos

1. La presente Directiva tiene por objeto establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias,

<sup>(1)</sup> DO L 184 de 17.7.1999, p. 23.

de la exposición al ruido ambiental. Con este fin, se aplicarán progresivamente las medidas siguientes:

- la determinación de la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros;
- poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos;
- la adopción de planes de acción por los Estados miembros, tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

2. Asimismo, la presente Directiva tiene por objeto sentar unas bases que permitan elaborar medidas comunitarias para reducir los ruidos emitidos por las principales fuentes, en particular vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carretera, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles. Con este fin, la Comisión deberá presentar al Parlamento Europeo y al Consejo, a más tardar el 18 de julio de 2006 las propuestas legislativas oportunas. Dichas propuestas deberían tener en cuenta los resultados del informe a que se refiere el apartado 1 del artículo 10.

#### Artículo 2

##### Ámbito de aplicación

- La presente Directiva se aplicará al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas en una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido.
- La presente Directiva no se aplicará al ruido producido por la propia persona expuesta, por las actividades domésticas, por los vecinos, en el lugar de trabajo ni en el interior de medios de transporte, así como tampoco a los ruidos debidos a las actividades militares en zonas militares.

#### Artículo 3

##### Definiciones

A efectos de la presente Directiva se entenderá por:

- «ruido ambiental»: el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación <sup>(2)</sup>;
- «efectos nocivos»: los efectos negativos sobre la salud humana;

<sup>(2)</sup> DO L 257 de 10.10.1996, p. 26.



- c) «molestia»: el grado de molestia que provoca el ruido a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno;
- d) «indicador de ruido»: una magnitud física para describir el ruido ambiental, que tiene una relación con un efecto nocivo;
- e) «evaluación»: cualquier método que permita calcular, predecir, estimar o medir el valor de un indicador de ruido o el efecto o efectos nocivos correspondientes;
- f) « $L_{den}$ » (Indicador de ruido día-tarde-noche): el indicador de ruido asociado a la molestia global, que se describe en el anexo I;
- g) « $L_{day}$ » (Indicador de ruido diurno): el indicador de ruido asociado a la molestia durante el período diurno, que se describe en el anexo I;
- h) « $L_{evening}$ » (Indicador de ruido en período vespertino): el indicador de ruido asociado a la molestia durante el período vespertino, que se describe en el anexo I;
- i) « $L_{night}$ » (Indicador de ruido en período nocturno): el indicador de ruido correspondiente a la alteración del sueño, que se describe en el anexo I;
- j) «relación dosis-efecto»: la relación entre el valor de un indicador de ruido y un efecto nocivo;
- k) «aglomeración»: la porción de un territorio, delimitado por el Estado miembro, con más de 100 000 habitantes y con una densidad de población tal que el Estado miembro la considera zona urbanizada;
- l) «zona tranquila en una aglomeración»: un espacio, delimitado por la autoridad competente, que, por ejemplo, no está expuesto a un valor de  $L_{den}$  o de otro indicador de ruido apropiado superior a un determinado valor, que deberá determinar el Estado miembro, con respecto a cualquier fuente emisora de ruido;
- m) «zona tranquila en campo abierto»: un espacio, delimitado por la autoridad competente, no perturbado por ruido del tráfico, la industria o actividades recreativas;
- n) «gran eje viario»: cualquier carretera regional, nacional o internacional, especificada por el Estado miembro, con un tráfico superior a tres millones de vehículos por año;
- o) «gran eje ferroviario»: cualquier vía férrea, especificada por el Estado miembro, con un tráfico superior a 30 000 trenes por año;
- p) «gran aeropuerto»: cualquier aeropuerto civil, especificado por el Estado miembro, con más de 50 000 movimientos por año (siendo movimientos tanto los despegues como los aterrizajes), con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras;
- q) «mapa de ruido»: la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica;
- r) «mapa estratégico de ruido»: un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona;
- s) «valor límite»: un valor de  $L_{den}$  o  $L_{night}$  o en su caso  $L_{day}$  y  $L_{evening}$  determinado por el Estado miembro, que, de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas. Los valores límite pueden variar en función de la fuente emisora de ruido (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta vulnerabilidad al ruido de los grupos de población, y pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia la fuente de ruido o el uso dado al entorno);
- t) «planes de acción»: los planes encaminados a afrontar las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida la reducción del ruido si fuere necesario;
- u) «planificación acústica»: el control del ruido futuro mediante medidas planificadas, como la ordenación territorial, la ingeniería de sistemas de gestión del tráfico, la ordenación de la circulación, la reducción del ruido con medidas de aislamiento acústico y la lucha contra el ruido en su origen;
- v) «población»: una o más personas físicas o jurídicas y, con arreglo a la legislación o práctica nacionales, sus asociaciones, organizaciones o grupos.

#### Artículo 4

##### Aplicación y responsabilidades

1. Los Estados miembros designarán las autoridades y entidades competentes, en los niveles adecuados, responsables de la aplicación de la presente Directiva, en particular las autoridades responsables de:

- a) la elaboración y, en su caso, aprobación de los mapas de ruido y planes de acción para aglomeraciones urbanas, grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos;
- b) la recopilación de los mapas de ruido y planes de acción.

2. Los Estados miembros pondrán a disposición de la Comisión y de la población la información a que se refiere el apartado 1 a más tardar el 18 de julio de 2005.

#### Artículo 5

##### Indicadores de ruido y su aplicación

1. Los Estados miembros aplicarán los indicadores de ruido  $L_{den}$  y  $L_{night}$ , tal como se mencionan en el anexo I, en la preparación y la revisión de los mapas estratégicos de ruido, de conformidad con el artículo 7.

Hasta tanto se usen con carácter obligatorio métodos comunes de evaluación para la determinación de los indicadores  $L_{den}$  y  $L_{night}$ , los Estados miembros podrán utilizar a estos efectos los indicadores de ruido nacionales existentes y otros datos conexos, que deberán transformarse en los indicadores anteriormente citados. Dichos datos no podrán remontarse a más de tres años atrás.

2. Los Estados miembros podrán utilizar indicadores suplementarios en casos especiales como los enumerados en el punto 3 del anexo I.

3. Para la planificación acústica y la determinación de zonas de ruido, los Estados miembros podrán utilizar indicadores distintos de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ .

4. Los Estados miembros facilitarán a la Comisión, a más tardar el 18 de julio de 2005, información de cualesquiera valores límite pertinentes vigentes en su territorio o en preparación, expresados en  $L_{den}$  y  $L_{night}$  y, en su caso,  $L_{day}$  y  $L_{evening}$ , correspondientes al ruido del tráfico rodado, ferroviario y aéreo y al ruido en los alrededores de los aeropuertos, así como al ruido existente en los lugares dedicados a actividades industriales, junto con explicaciones acerca de la aplicación de dichos valores límite.

#### Artículo 6

##### Métodos de evaluación

1. Los valores de  $L_{den}$  y  $L_{night}$  se determinarán por medio de los métodos de evaluación descritos en el anexo II.

2. Los métodos comunes de evaluación para la determinación de  $L_{den}$  y de  $L_{night}$  serán establecidos por la Comisión con arreglo al procedimiento citado en el apartado 2 del artículo 13, mediante la revisión del anexo II. Hasta tanto se adopten esos métodos, los Estados miembros podrán utilizar métodos de evaluación adaptados de conformidad con el anexo II y basados en los métodos que establezcan sus propias legislaciones. En este caso, deberán demostrar que esos métodos dan resultados equivalentes a los que se obtienen con los métodos que menciona el punto 2.2 del anexo II.

3. Los efectos nocivos se podrán evaluar según las relaciones dosis-efecto a las que se hace referencia en el anexo III.

#### Artículo 7

##### Elaboración de mapas estratégicos de ruido

1. Los Estados miembros garantizarán que a más tardar el 30 de junio de 2007 se hayan elaborado y, en su caso, aprobado por las autoridades competentes mapas estratégicos de ruido sobre la situación del año civil anterior, correspondientes a todas las aglomeraciones con más de 250 000 habitantes y a todos los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60 000 trenes al año, y grandes aeropuertos presentes en su territorio.

A más tardar el 30 de junio de 2005, y después cada cinco años, los Estados miembros comunicarán a la Comisión los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, los grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60 000 trenes al año, los grandes aeropuertos y las aglomeraciones de más de 250 000 habitantes presentes en su territorio.

2. Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, a más tardar el 30 de junio de 2012, y después cada cinco años, se hayan elaborado y, en su caso, aprobado por las autoridades competentes mapas estratégicos de ruido sobre la situación del año civil anterior, correspon-

dientes a todas las aglomeraciones urbanas y a todos los grandes ejes viarios y grandes ejes ferroviarios presentes en su territorio.

A más tardar el 31 de diciembre de 2008, los Estados miembros comunicarán a la Comisión todas las aglomeraciones presentes en su territorio y todos los grandes ejes viarios y grandes ejes ferroviarios presentes en su territorio.

3. Los mapas estratégicos de ruido cumplirán los requisitos mínimos establecidos en el anexo IV.

4. Los Estados miembros limítrofes cooperarán en la elaboración de mapas estratégicos de ruido de las zonas fronterizas.

5. Los mapas estratégicos de ruido se revisarán, y en caso necesario se modificarán, al menos cada cinco años a partir de la fecha de su elaboración.

#### Artículo 8

##### Planes de acción

1. Los Estados miembros garantizarán que, a más tardar el 18 de julio de 2008, las autoridades competentes hayan elaborado planes de acción encaminados a afrontar, en su territorio, las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida la reducción del ruido, si fuese necesaria, con respecto a:

- a) los lugares próximos a grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, a grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60 000 trenes al año, y a grandes aeropuertos, y
- b) las aglomeraciones con más de 250 000 habitantes. Dichos planes tendrán por objeto también proteger las zonas tranquilas contra el aumento del ruido.

Las medidas concretas de los planes de acción quedarán a discreción de las autoridades competentes pero deberán afrontar en particular las prioridades que puedan determinarse como consecuencia de la superación de determinados valores límite o según otros criterios elegidos por los Estados miembros y deberán aplicarse, en particular, a las zonas más importantes establecidas de acuerdo con los mapas estratégicos de ruido.

2. Los Estados miembros garantizarán que, a más tardar el 18 de julio de 2013, las autoridades competentes hayan elaborado planes de acción, en particular para afrontar las prioridades que puedan determinarse como consecuencia de la superación de determinados valores límite o según otros criterios elegidos por los Estados miembros correspondientes a las aglomeraciones, a los grandes ejes viarios situados en su territorio, así como a los grandes ejes ferroviarios situados en su territorio.

3. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión los otros criterios pertinentes contemplados en los apartados 1 y 2.

4. Los planes de acción cumplirán los requisitos mínimos establecidos en el anexo V.

5. Los planes de acción se revisarán, y en caso necesario se modificarán, cuando se produzca un cambio importante de la situación existente del ruido, y al menos cada cinco años a partir de la fecha de su aprobación.

6. Los Estados miembros limítrofes cooperarán en los planes de acción de las regiones fronterizas.

7. Los Estados miembros garantizarán que se consulte a la población sobre las propuestas de planes de acción, que se les ofrezca a tiempo la posibilidad efectiva de participar en la preparación y revisión de los planes de acción, que el resultado de dicha participación se tenga en cuenta y que se mantenga informados a la población sobre las decisiones adoptadas. Deberán establecerse plazos razonables que permitan a la población disponer del tiempo suficiente para intervenir en cada una de las fases.

Cuando la obligación de llevar a cabo un procedimiento de participación de la población se derive simultáneamente de la presente Directiva y de alguna otra norma comunitaria, los Estados miembros podrán facilitar procedimientos comunes con el fin de evitar las duplicaciones.

#### Artículo 9

##### Información a la población

1. Los Estados miembros velarán por que los mapas estratégicos de ruido que hayan realizado, y en su caso aprobado, y los planes de acción que hayan elaborado se pongan a disposición y se divulguen entre la población de acuerdo con la legislación comunitaria pertinente, en particular la Directiva 90/313/CEE del Consejo, de 7 de junio de 1990, sobre libertad de acceso a la información en materia de medio ambiente<sup>(1)</sup> y de conformidad con los anexos IV y V de la presente Directiva, incluso mediante las tecnologías de la información disponibles.

2. Esta información deberá ser clara, inteligible y fácilmente accesible y deberá incluir un resumen en el que se recogerán los puntos principales.

#### Artículo 10

##### Recogida y publicación de datos por los Estados miembros y la Comisión

1. A más tardar el 18 de enero de 2004, la Comisión presentará al Parlamento Europeo y al Consejo un informe en el que se refleje una revisión de las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental.

2. Los Estados miembros velarán por que la información resultante de los mapas estratégicos de ruido y de los resúmenes de los planes de acción contemplados en el anexo VI de la presente Directiva se envíe a la Comisión a más tardar seis meses después de las fechas mencionadas respectivamente en los artículos 7 y 8.

3. La Comisión creará una base de datos con la información relativa a los mapas estratégicos de ruido con el fin de facilitar la compilación del informe contemplado en el artículo 11 y demás trabajos técnicos e informativos.

4. Cada cinco años, la Comisión publicará un informe de síntesis de los datos resultantes de los mapas estratégicos de

ruido y los planes de acción. El primer informe se presentará el 18 de julio de 2009.

#### Artículo 11

##### Revisión y presentación de informes

1. A más tardar el 18 de julio de 2009, la Comisión presentará al Parlamento Europeo y al Consejo un informe sobre la aplicación de la presente Directiva.

2. En el informe se evaluará en particular la necesidad de llevar a cabo otras acciones comunitarias en relación con el ruido ambiental y, si resulta conveniente, se propondrán estrategias de aplicación sobre aspectos tales como:

a) los objetivos a medio y largo plazo con respecto a la reducción del número de personas que sufren los efectos nocivos del ruido ambiental, teniendo particularmente en cuenta los diferentes climas y culturas;

b) las medidas adicionales de reducción del ruido ambiental emitido por determinadas fuentes, en particular máquinas de exterior, medios e infraestructuras de transporte y determinadas categorías de actividades industriales, que se basen en medidas que ya se estén aplicando o que se estén debatiendo para su adopción;

c) la protección de las zonas tranquilas en campo abierto.

3. El informe incluirá una revisión de la calidad acústica ambiental en la Comunidad basada en los datos indicados en el artículo 10, y tendrá en cuenta el progreso científico y técnico y demás información pertinente. La reducción de los efectos nocivos y la relación coste-eficacia serán los principales criterios de selección de las estrategias y medidas propuestas.

4. Cuando la Comisión haya recibido el primer conjunto de mapas estratégicos de ruido, volverá a considerar:

— la posibilidad de incluir una altura de medición de 1,5 metros en el punto 1 del anexo I respecto a las zonas que tengan casas de un piso,

— el límite más bajo respecto del número estimado de personas expuestas a los distintos rangos de  $L_{den}$  y de  $L_{night}$  en el anexo VI.

5. El informe se revisará cada cinco años o más a menudo cuando resulte oportuno. Deberá incluir una evaluación de la ejecución de la presente Directiva.

6. El informe irá acompañado, si procede, de propuestas para modificar la presente Directiva.

#### Artículo 12

##### Adaptación

La Comisión procederá, de conformidad con el procedimiento contemplado en el apartado 2 del artículo 13, a la adaptación al progreso técnico y científico del punto 3 del anexo I, de los anexos II y III.

<sup>(1)</sup> DO L 158 de 23.6.1990, p. 56.



**Artículo 13****Comité**

1. La Comisión estará asistida por el comité creado en virtud del artículo 18 de la Directiva 2000/14/CE.
  2. En los casos en que se haga referencia al presente apartado, serán de aplicación los artículos 5 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8.
- El plazo contemplado en el apartado 6 del artículo 5 de la Decisión 1999/468/CE queda fijado en tres meses.
3. El Comité aprobará su Reglamento interno.

**Artículo 14****Incorporación a la legislación nacional**

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 18 de julio de 2004. Informarán inmediatamente de ello a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas harán referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados

miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

**Artículo 15****Entrada en vigor**

La presente Directiva entrará en vigor el día de su publicación en el *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*.

**Artículo 16****Destinatarios**

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Luxemburgo, el 25 de junio de 2002.

*Por el Parlamento Europeo*

*El Presidente*

P. COX

*Por el Consejo*

*El Presidente*

J. MATAS I PALOU

## ANEXO I

## INDICADORES DE RUIDO

contemplados en el artículo 5

1. Definición del nivel día-tarde-noche  $L_{den}$ 

El nivel día-tarde-noche  $L_{den}$  en decibelios (dB) se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

donde

- $L_{day}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año,
- $L_{evening}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos vespertinos de un año,
- $L_{night}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año,

donde

- al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 horas y a la noche 8 horas. Los Estados miembros pueden optar por reducir el período vespertino en una o dos horas y alargar los períodos diurno y/o nocturno en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que faciliten a la Comisión información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto,
- el Estado miembro decidirá cuándo empieza el día (y, por consiguiente, cuándo empiezan la tarde y la noche) y esa decisión deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido; los valores por defecto son 7.00-19.00, 19.00-23.00 y 23.00-7.00 (hora local),
- un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas,

y donde

- el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda (en general, ello supone una corrección de 3 dB en caso de medición).

La altura del punto de evaluación de  $L_{den}$  depende de la aplicación:

- cuando se efectúen cálculos para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades de edificios, los puntos de evaluación se situarán a  $4,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  ( $3,8 \text{ m}$ - $4,2 \text{ m}$ ) de altura sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta; a tal efecto, la fachada más expuesta será el muro exterior más próximo situado frente a la fuente sonora; en los demás casos, podrán decidirse otras opciones,
- cuando se efectúen mediciones para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades de edificios, podrán escogerse otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m,
- en las demás aplicaciones, como la planificación acústica y la determinación de zonas ruidosas, podrán elegirse otras alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo; algunos ejemplos:
  - zonas rurales con casas de una planta,
  - la preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas,
  - un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

## 2. Definición del indicador de ruido en período nocturno

El indicador de ruido en período nocturno  $L_{night}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año.

Donde

- la noche dura 8 horas, según la definición del apartado 1,
- un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas, según la definición del apartado 1,
- el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, como se describe en el apartado 1,
- el punto de evaluación es el mismo que en el caso de  $L_{den}$ .

### 3. Indicadores de ruido suplementarios

En algunos casos, además de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ , y cuando proceda  $L_{day}$  y  $L_{evening}$ , puede resultar conveniente utilizar indicadores de ruido especiales con los valores límite correspondientes. He aquí algunos ejemplos:

- la fuente emisora de ruido considerada sólo está activa durante una pequeña fracción de tiempo (por ejemplo, menos del 20 % del tiempo durante todos los periodos diurnos, vespertinos o nocturnos de un año),
  - el número de casos en que se emite ruido es, en uno o más de los periodos considerados, en promedio muy bajo (por ejemplo, menos de un caso por hora, entendiéndose por caso un ruido que dura menos de cinco minutos, por ejemplo el ruido del paso de un tren o de un avión),
  - el contenido en bajas frecuencias del ruido es grande,
  - $L_{Amax}$  o SEL [nivel de exposición sonora (sound exposure level)] para la protección durante el periodo nocturno en caso de incrementos bruscos de ruido,
  - hay protección adicional durante el fin de semana o en un periodo concreto del año,
  - hay protección adicional durante el periodo diurno,
  - hay protección adicional durante el periodo vespertino,
  - se da una combinación de ruidos procedentes de fuentes distintas,
  - se trata de zonas tranquilas en campo abierto,
  - el ruido contiene componentes tonales fuertes,
  - el ruido tiene carácter impulsivo.
-

## ANEXO II

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LOS INDICADORES DE RUIDO

contemplados en el artículo 6

## 1. Introducción

Los valores de  $L_{den}$  y  $L_{night}$  pueden determinarse bien mediante cálculos o mediante mediciones (en el punto de evaluación). Las predicciones sólo pueden obtenerse mediante cálculos.

En los puntos 2 y 3 del presente anexo se describen los métodos provisionales de cálculo y medición.

2. Métodos de cálculo provisionales de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ 

## 2.1. Adaptación de los métodos nacionales de cálculo vigentes

Si un Estado miembro dispone de métodos de determinación de indicadores a largo plazo, podrá aplicarlos siempre y cuando los adapte a las definiciones de los indicadores que figuran en el anexo I. En la mayoría de los casos, será preciso añadir la tarde como otro período más que habrá que tener en cuenta, así como introducir la media a lo largo de un año. Puede resultar preciso, además, adaptar algunos de los métodos vigentes para excluir la reflexión de la fachada o incorporar el período nocturno y/o el punto de evaluación.

Debe tenerse especial cuidado a la hora de establecer la media anual. Las variaciones de la emisión y de la transmisión pueden contribuir a las variaciones que se registran a lo largo de un año.

## 2.2. Métodos de cálculo provisionales recomendados

Los métodos recomendados, para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo o para los que quieren cambiar a otro método de cálculo, son los siguientes:

RUIDO INDUSTRIAL: ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation».

Para este método pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos siguientes:

- ISO 8297: 1994 «Acoustics — Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment — Engineering method».
- EN ISO 3744: 1995 «Acústica — Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante».
- EN ISO 3746: 1995 «Acústica — Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante».

RUIDO DE AERONAVES: ECAC/CEAC Doc. 29 «Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports», 1997. Entre los distintos métodos de modelización de trayectorias de vuelo, se utilizará la técnica de segmentación mencionada en la sección 7.5 del documento 29 de ECAC/CEAC.

RUIDO DEL TRÁFICO RODADO: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Por lo que se refiere a los datos de entrada sobre la emisión, esos documentos se remiten al «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980».

RUIDO DE TRENES: el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado en «Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996».

Estos métodos se adaptarán a la definición de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ . A más tardar el 1 de julio de 2003, la Comisión publicará orientaciones, de conformidad con el apartado 2 del artículo 13, sobre los métodos revisados y proporcionará datos de emisión correspondientes al ruido de aeronaves y del tráfico rodado y ferroviario sobre la base de los datos existentes.

3. Métodos provisionales de medición de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ 

Si un Estado miembro desea utilizar su propio método de medición oficial, este deberá adaptarse a las definiciones de los indicadores del anexo I y cumplir los principios aplicables a las mediciones medias a largo plazo expuestos en las normas ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982.

Si un Estado miembro no tiene en vigor ningún método de medición o prefiere aplicar otro, es posible determinar un nuevo método sobre la base de la definición del indicador y los principios presentados en las normas ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982.

Los datos obtenidos frente a una fachada u otro elemento reflectante deberán corregirse para excluir el efecto reflectante del mismo (en general, esto implica una corrección de 3dB en caso de medición).

---

#### ANEXO III

#### MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS NOCIVOS

contemplados en el apartado 3 del artículo 6

Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población. Las relaciones dosis-efecto introducidas por futuras revisiones del presente anexo de conformidad con el apartado 2 del artículo 13 se referirán en particular a lo siguiente:

- la relación entre las molestias y los valores de  $L_{den}$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,
- la relación entre las alteraciones del sueño y los valores de  $L_{night}$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

En caso necesario, podrán presentarse relaciones dosis-efecto específicas para:

- viviendas con aislamiento especial contra el ruido, según la definición del anexo VI,
  - viviendas con fachada tranquila, según la definición del anexo VI,
  - distintos climas o culturas,
  - grupos de población vulnerables,
  - ruido industrial tonal,
  - ruido industrial impulsivo y otros casos especiales.
-

## ANEXO IV

**REQUISITOS MÍNIMOS SOBRE EL CARTOGRAFIADO ESTRATÉGICO DEL RUIDO**

contemplados en el artículo 7

1. Un mapa estratégico de ruido es la representación de los datos relativos a alguno de los aspectos siguientes:
  - situación acústica existente, anterior o prevista expresada en función de un indicador de ruido,
  - rebasamiento de un valor límite,
  - número estimado de viviendas, colegios y hospitales en una zona dada que están expuestos a valores específicos de un indicador de ruido,
  - número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.
2. Los mapas estratégicos de ruido pueden presentarse al público en forma de:
  - gráficos,
  - datos numéricos en cuadros,
  - datos numéricos en formato electrónico.
3. Los mapas estratégicos de ruido para aglomeraciones harán especial hincapié en el ruido procedente de:
  - el tráfico rodado,
  - el tráfico ferroviario,
  - los aeropuertos,
  - lugares de actividad industrial, incluidos los puertos.
4. El cartografiado estratégico del ruido servirá de:
  - base para los datos que deben enviarse a la Comisión con arreglo al apartado 2 del artículo 10 y el anexo VI,
  - fuente de información destinada al público con arreglo al artículo 9,
  - fundamento de los planes de acción con arreglo al artículo 8.

A cada una de estas funciones corresponde un tipo distinto de mapa estratégico de ruido.
5. En los puntos 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 y 2.7 del anexo VI se establecen los requisitos mínimos para los mapas estratégicos de ruido en relación con los datos que deben enviarse a la Comisión.
6. Por lo que se refiere a la información a la población con arreglo al artículo 9 y a la elaboración de los planes de acción en virtud de su artículo 8, se debe proporcionar información adicional y más detallada, por ejemplo:
  - una representación gráfica,
  - mapas que indiquen los rebasamientos de un valor límite,
  - mapas de diferencias que comparen la situación vigente con posibles situaciones futuras,
  - mapas que presenten el valor de un indicador de ruido a una altura de evaluación distinta de 4 m, en caso necesario.

Los Estados miembros pueden establecer normas sobre el tipo y formato de esos mapas de ruido.
7. Se elaborarán mapas estratégicos de ruido de aplicación local o nacional correspondientes a una altura de evaluación de 4 m y a rangos de valores de  $L_{den}$  y  $L_{night}$  de 5 dB como establece el anexo VI.
8. Con respecto a las aglomeraciones urbanas, se elaborarán mapas estratégicos especiales sobre el ruido del tráfico rodado, del tráfico ferroviario, del tráfico aéreo y de la industria. Pueden elaborarse también mapas sobre otras fuentes.
9. La Comisión puede establecer orientaciones con indicaciones más amplias sobre los mapas de ruido, su elaboración, y los programas informáticos de cartografiado, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 13.

## ANEXO V

**REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS PLANES DE ACCIÓN**

contemplados en el artículo 8

1. Los planes de acción incluirán, como mínimo, los elementos siguientes:
  - descripción de la aglomeración, los principales ejes viarios, los principales ejes ferroviarios o principales aeropuertos y otras fuentes de ruido consideradas,
  - autoridad responsable,
  - contexto jurídico,
  - valores límite establecidos con arreglo al artículo 5,
  - resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido,
  - evaluación del número estimado de personas expuestas al ruido, determinación de los problemas y las situaciones que deben mejorar,
  - relación de las consultas públicas organizadas con arreglo al apartado 7 del artículo 8,
  - medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación,
  - actuaciones previstas por las autoridades competentes para los próximos cinco años, incluidas medidas para proteger las zonas tranquilas,
  - estrategia a largo plazo,
  - información económica (si está disponible): presupuestos, evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios,
  - disposiciones previstas para evaluar la aplicación y los resultados del plan de acción.
2. Algunas medidas que pueden prever las autoridades dentro de sus competencias son por ejemplo las siguientes:
  - regulación del tráfico,
  - ordenación del territorio,
  - aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras,
  - selección de fuentes más silenciosas,
  - reducción de la transmisión de sonido,
  - medidas o incentivos reglamentarios o económicos.
3. Los planes de acción recogerán estimaciones por lo que se refiere a la reducción del número de personas afectadas (que sufren molestias o alteraciones del sueño, etc.).
4. La Comisión puede elaborar orientaciones para brindar indicaciones más amplias sobre los planes de acción, con arreglo al apartado 2 del artículo 13.

## ANEXO VI

## INFORMACIÓN QUE DEBE COMUNICARSE A LA COMISIÓN

contemplada en el artículo 10

La información que debe comunicarse a la Comisión es la siguiente:

**1. Sobre las aglomeraciones**

- 1.1. Breve descripción de la aglomeración: ubicación, dimensiones, número de habitantes.
- 1.2. Autoridad responsable.
- 1.3. Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes.
- 1.4. Métodos de medición o cálculo empleados.
- 1.5. Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales. Las cifras se redondearán a la centena más próxima (por ejemplo: 5 200 = entre 5 150 y 5 249 personas; 100 = entre 50 y 149 personas; 0 = menos de 50 personas).

Además debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, es decir, aislamiento especial de un edificio contra uno o varios tipos de ruido ambiental, junto con instalaciones de ventilación o aire acondicionado que permiten mantener un alto grado de aislamiento contra el ruido ambiental,
- una fachada tranquila, es decir, la fachada de una vivienda donde el valor de  $L_{den}$  a una altura de cuatro metros sobre el nivel del suelo y a una distancia de dos metros de la fachada, para el ruido emitido por una fuente específica, es inferior en más de 20 dB al de la fachada con el valor más alto de  $L_{den}$ .

Se explicará también la contribución a esos resultados de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos correspondientes a la definición del artículo 3.

- 1.6. El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{night}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales. Estos datos podrán evaluarse asimismo para el rango 45-49 antes de la fecha prevista en el apartado 1 del artículo 11.

Además, debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5,
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.

Se explicará también la contribución a esos resultados de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos.

- 1.7. En caso de presentación gráfica, los mapas estratégicos deberán presentar, como mínimo, las curvas de nivel de 60, 65, 70 y 75 dB.
- 1.8. Un resumen del plan de acción, de una extensión máxima de 10 páginas, que aborde los aspectos pertinentes a que se refiere el anexo V.

**2. Sobre los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos**

- 2.1. Descripción general del eje viario, del eje ferroviario o del aeropuerto: ubicación, dimensiones y datos sobre el tráfico.
- 2.2. Caracterización del entorno: aglomeraciones, pueblos, campo, etc., información sobre la utilización del suelo y sobre otras fuentes importantes de ruido.
- 2.3. Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes contra el ruido.
- 2.4. Métodos de medición o cálculo empleados.
- 2.5. El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de las aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Además, debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5,
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.



- 2.6. El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de las aglomeraciones cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{night}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Estos datos podrán evaluarse asimismo para el rango 45-49 antes de la fecha prevista en el apartado 1 del artículo 11.

Además debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas dentro de esas categorías cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5;
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.

- 2.7. La superficie total (en km<sup>2</sup>) expuesta a valores de  $L_{day}$  superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenas) y el número total estimado de personas (en centenas) que viven en cada una de esas zonas. En esas cifras se incluirán las aglomeraciones.

Las curvas de nivel correspondientes a 55 dB y a 65 dB figurarán también en uno o varios mapas, que incluirán información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

- 2.8. Un resumen del plan de acción, de una extensión no superior a 10 páginas, que aborde los aspectos pertinentes indicados en el anexo V.

### 3. Orientaciones

La Comisión, conforme al apartado 2 del artículo 13, podrá elaborar orientaciones para brindar indicaciones más amplias sobre la comunicación de toda esta información.

# norma española

UNE-ISO 1996-1

Junio 2005

<b>TÍTULO</b>	<p><b>Acústica</b></p> <p><b>Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental</b></p> <p><b>Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación</b></p> <p><i>Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures</i></p> <p><i>Acoustique. Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement. Partie 1: Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation.</i></p>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	<p>Esta norma es idéntica a la Norma Internacional ISO 1996-1:2003.</p>
<b>OBSERVACIONES</b>	<p>Esta norma fue sometida a información pública con el código PNE 74166.</p>
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 74 <i>Acústica</i> cuya Secretaría desempeña AENOR.</p>

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-1

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 26427:2005

© AENOR 2005  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

31 Páginas

**Grupo 20**

## ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA .....	7
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	7
3.1 Definición de los niveles .....	7
3.2 Intervalos de tiempo .....	8
3.3 Evaluaciones .....	9
3.4 Clases de ruido .....	9
3.5 Fuentes de ruido impulsivo .....	11
4 SÍMBOLOS .....	11
5 DESCRIPTORES DEL(DE LOS) RUIDO(S) MEDIOAMBIENTAL(ES).....	12
5.1 Sucesos aislados.....	12
5.2 Sucesos aislados repetitivos .....	12
5.3 Ruido continuo .....	13
6 MOLESTIA PRODUCIDA POR EL RUIDO.....	13
6.1 Descriptores para el ruido en las comunidades.....	13
6.2 Ponderaciones frecuenciales.....	13
6.3 Niveles corregidos.....	13
6.4 Niveles de evaluación.....	14
6.5 Niveles de evaluación compuestos para jornada completa .....	14
7 REQUISITOS DE LOS LÍMITES DE RUIDO .....	15
7.1 Generalidades.....	15
7.2 Especificaciones.....	16
8 INFORME DE LAS EVALUACIONES DEL(DE LOS) RUIDO(S) MEDIOAMBIENTAL(ES) Y ESTIMACIÓN DE LA RESPUESTA A LA MOLESTIA COMUNITARIA A LARGO PLAZO.....	17
8.1 Estimación de la molestia a largo plazo en comunidades.....	17
8.2 Informe de ensayo.....	17
ANEXO A (Informativo) TÉRMINOS CORRECTORES PARA LOS NIVELES DE EVALUACIÓN DE LA FUENTE DE RUIDO.....	18
ANEXO B (Informativo) RUIDOS IMPULSIVOS DE ALTA ENERGÍA .....	20
ANEXO C (Informativo) RUIDOS CON UN ALTO CONTENIDO DE BAJA FRECUENCIA.....	22

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-1

<b>ANEXO D (Informativo)</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE UNA POBLACIÓN FUERTEMENTE MOLESTADA EN FUNCIÓN DE LOS NIVELES ACÚSTICOS DÍA/NOCHE CORREGIDOS .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO E (Informativo)</b>	<b>MOLESTIA PRODUCIDA POR LA EXPOSICIÓN SONORA EN ENTORNOS CON MÚLTIPLES FUENTES .....</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>29</b>

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 1996 define las magnitudes básicas que se deben utilizar para la descripción del ruido en ambientes comunitarios y describe los procedimientos básicos de evaluación. Asimismo especifica los métodos de evaluación del ruido medioambiental e indica las directrices para predecir la respuesta potencial a la molestia de una comunidad sometida a la exposición a largo plazo procedente de diferentes tipos de ruidos medioambientales. Las fuentes acústicas pueden ser aisladas o en varias combinaciones. La aplicación del método para predecir la respuesta a la molestia está limitada a las zonas habitadas y al uso del suelo a largo plazo.

La respuesta de la comunidad al ruido puede variar de forma diferente para distintas fuentes acústicas con los mismos niveles acústicos. Esta parte de la Norma ISO 1996 describe los términos correctores para ruidos con diferentes características. El término ‘nivel de evaluación’ se utiliza para describir las predicciones o las mediciones acústicas físicas a los que se han añadido uno o más términos correctores. Basándose en estos niveles de evaluación se puede estimar la respuesta social a largo plazo.

Los ruidos se evalúan tanto individualmente como en conjunto, lo que permite, cuando las autoridades responsables lo estiman oportuno, tener en cuenta las características especiales de su impulsividad, tonalidad y contenido de baja frecuencia, y las diferentes características del ruido del tráfico rodado y de otras formas de ruido de transporte (como el ruido de aviones) y el ruido industrial.

Esta parte de la Norma ISO 1996 no especifica los límites para el ruido medioambiental.

NOTA 1 – En acústica, las diferentes magnitudes físicas que describen el ruido pueden tener su nivel expresado en decibelios (por ejemplo, la presión acústica, la presión acústica máxima, la presión sonora continua equivalente. Los niveles correspondientes a estas mediciones físicas serán generalmente diferentes para el mismo sonido. Esto lleva generalmente a confusión. Por ello, es necesario especificar la magnitud física de que se trata (por ejemplo, el nivel de presión acústica, el nivel de presión acústica máximo, el nivel de presión sonora continuo equivalente).

NOTA 2 – En esta parte de la Norma ISO 1996, las magnitudes se expresan en decibelios. Sin embargo, algunos países expresan la magnitud física de que se trata, como la presión acústica máxima en pascasles, o la exposición sonora en pascasles al cuadrado por segundo.

NOTA 3 – La Norma ISO 1996-2 trata sobre la determinación de los niveles de presión acústica.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

IEC 61672-1 – *Electroacústica. Sonómetros. Especificaciones*<sup>1)</sup>.

1) Revisión conjunta de las Normas IEC 60651 y IEC 60804.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-1



# norma española

UNE-ISO 1996-2

Septiembre 2009

<b>TÍTULO</b>	<b>Acústica</b>  <b>Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental</b>  <b>Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental</b>   <i>Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels.</i>  <i>Acoustique. Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement. Partie 2: Détermination des niveaux de bruit de l'environnement.</i>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	Esta norma es idéntica a la Norma Internacional ISO 1996-2:2007.
<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>ANTECEDENTES</b>	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 74 <i>Acústica</i> cuya Secretaría desempeña AECOR.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-2

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 38960:2009

© AENOR 2009  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

45 Páginas

**Grupo 28**

## ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO .....	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA .....	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....	6
4 INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN .....	7
5 INSTRUMENTACIÓN.....	8
5.1 Sistema de instrumentación.....	8
5.2 Calibración.....	8
6 FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE .....	8
6.1 Generalidades .....	8
6.2 Tráfico rodado .....	8
6.3 Tráfico ferroviario.....	8
6.4 Tráfico aéreo .....	8
6.5 Plantas industriales .....	8
6.6 Fuentes sonoras de baja frecuencia .....	8
7 CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	8
7.1 Generalidades .....	8
7.2 Condiciones favorables a la propagación del sonido .....	8
7.3 Niveles de presión sonora medios bajo un rango de condiciones meteorológicas.....	8
8 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN .....	8
8.1 Principio .....	8
8.2 Selección del intervalo temporal de medición .....	8
8.3 Localización del micrófono .....	8
8.4 Mediciones .....	8
9 EVALUACIÓN DEL RESULTADO DE MEDICIÓN .....	8
9.1 Generalidades .....	8
9.2 Niveles de integración temporal, LE y LeqT .....	8
9.3 Nivel máximo, L <sub>máx</sub> .....	8
9.4 Niveles percentiles, L <sub>N,T</sub> .....	8
9.5 Mediciones en el interior .....	8
9.6 Sonido residual .....	8
10 EXTRAPOLACIÓN A OTRAS CONDICIONES .....	8
10.1 Localización .....	8
10.2 Otras condiciones temporales y de funcionamiento .....	8
11 CÁLCULO .....	8
11.1 Generalidades .....	8
11.2 Métodos de cálculo .....	8
12 INFORMACIÓN A REGISTRAR Y PRESENTAR.....	8
ANEXO A (Informativo) VENTANA METEOROLÓGICA E INCERTIDUMBRE	

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-2



	DE MEDICIÓN DEBIDO AL CLIMA .....	8
ANEXO B (Informativo)	POSICIONES DE MICRÓFONO CON RESPECTO A SUPERFICIES REFLECTANTES .....	8
ANEXO C (Informativo)	MÉTODO OBJETIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA AUDIBILIDAD DE TONOS EN EL RUIDO. MÉTODO DE REFERENCIA .....	8
ANEXO D (Informativo)	MÉTODO OBJETIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA AUDIBILIDAD DE TONOS EN EL RUIDO. MÉTODO SIMPLIFICADO.....	8
ANEXO E (Informativo)	MÉTODOS DE CÁLCULO NACIONALES DE FUENTES ESPECÍFICAS .....	8
BIBLIOGRAFÍA .....		8

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 1996 describe cómo se pueden determinar los niveles de presión sonora mediante la medición directa, por extrapolación de los resultados de medición, por medio del cálculo, o exclusivamente mediante el cálculo, pretendiendo que ello sirva como base para evaluar el ruido ambiental. Las recomendaciones que se indican se refieren a las mejores condiciones para la medición o los cálculos que se deben aplicar ahí donde no se aplican otras normas. Esta parte de la Norma ISO 1996 se puede utilizar para medir con cualquier ponderación frecuencial o en cualquier banda de frecuencia. Las directrices que se indican sirven para evaluar la incertidumbre de los resultados de una evaluación de ruido.

NOTA 1 Dado que esta parte de la Norma ISO 1996 trata sobre mediciones en condiciones de funcionamiento reales, no existe relación entre esta parte de la Norma ISO 1996 y otras normas ISO que especifican las mediciones de emisión en condiciones de funcionamiento especificadas.

NOTA 2 Con el fin de generalizar, los subíndices de las ponderaciones frecuenciales y temporales se han omitido a lo largo de toda esta parte de la Norma ISO 1996.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 1996-1:2003 *Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.*

ISO 7196 *Acústica. Características de la ponderación frecuencial para mediciones de infrasonidos.*

IEC 60942:2003 *Electroacústica. Calibradores acústicos.*

IEC 61260:1995 *Electroacústica. Filtros de bandas de octava y de bandas de una fracción de octava.*

IEC 61672-1:2002 *Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.*

*Guía para la expresión de la incertidumbre de medición (GUM), BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML, 1993 (corregida y reimpressa, 1995)*

# EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-ISO 1996-2





# norma española

UNE-EN ISO 3382-2

Diciembre 2008

<b>TÍTULO</b>	<p><b>Acústica</b></p> <p><b>Medición de parámetros acústicos en recintos</b></p> <p><b>Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios</b></p> <p>(ISO 3382-2:2008)</p> <p><i>Acoustics. Measurement of room acoustic parameters. Part 2: Reverberation time in ordinary rooms (ISO 3382-2:2008).</i></p> <p><i>Acoustique. Mesurage des paramètres acoustiques des salles. Partie 2: Durée de réverbération des salles ordinaires. (ISO 3382-2:2008).</i></p>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	<p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 3382-2:2008, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 3382-2:2008.</p>
<b>OBSERVACIONES</b>	<p>Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 3382:2001.</p>
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 74 <i>Acústica</i> cuya Secretaría desempeña AECOR.</p>

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN ISO 3382-2

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 58266-2008

© AENOR 2008  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

23 Páginas

**Grupo 16**

## ÍNDICE

	Página
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA .....</b>	<b>8</b>
<b>3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>4 CONDICIONES DE MEDICIÓN.....</b>	<b>9</b>
4.1 Generalidades .....	9
4.2 Equipo .....	9
4.3 Posiciones de medición .....	10
<b>5 PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN.....</b>	<b>12</b>
5.1 Generalidades .....	12
5.2 Método del ruido interrumpido .....	12
5.3 Método de respuesta impulsiva integrada.....	13
<b>6 EVALUACIÓN DE LAS CURVAS DE DECRECIMIENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>7 INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN .....</b>	<b>14</b>
7.1 Método del ruido interrumpido .....	14
7.2 Método de respuesta impulsiva integrada.....	15
7.3 Límites inferiores para resultados fiables obtenidos por un filtro y un detector.....	15
<b>8 PROMEDIADO ESPACIAL.....</b>	<b>15</b>
<b>9 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
9.1 Tablas y curvas.....	15
9.2 Informe de ensayo .....	16
<b>ANEXO A (Informativo) INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>ANEXO B (Informativo) EVALUACIÓN DE LAS CURVAS DE DECRECIMIENTO NO LINEALES .....</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO C (Informativo) FÓRMULAS PARA EL MÉTODO DE AJUSTE DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>23</b>

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 3382 especifica los métodos de medición del tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Describe el procedimiento de medición, el equipo necesario, el número de posiciones de medición requerido y el método para evaluar los datos y presentar el informe de ensayo.

Los resultados de la medición se pueden utilizar para la corrección de otras mediciones acústicas, por ejemplo, el nivel de presión acústica de las fuentes sonoras o las mediciones del aislamiento acústico, y para comparación con los requisitos del tiempo de reverberación en los recintos.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN ISO 3382-2

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 3382-1:-<sup>1)</sup>, *Acústica. Medición de los parámetros acústicos en recintos. Parte 1: Recintos para espectáculos.*

ISO 18233, *Acústica. Aplicación de nuevos métodos de medición en la acústica de los edificios y recintos.*

IEC 61260 *Electroacústica. Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava.*

---

1) Pendiente de publicación. (Revisión de la Norma ISO 3382:1997).

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN ISO 3382-2



## ANEXO 11: Definiciones de la International Electrotechnical Commission

IEC 60050 - International Electrotechnical Vocabulary - Details for IE...

<http://std.iec.ch/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=801-21-08>



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / General terms

**IEV ref** 801-21-08

**en** **noise**  
a) erratic or statistically random oscillation  
b) disagreeable or undesired sound or other disturbance

**fr** **bruit**  
a) vibration erratique ou statistiquement aléatoire  
b) son ou toute autre perturbation acoustique désagréable ou indésirable

**ar** شوشرة

**de** Geräusch, n  
Störschall, m  
Lärmschall, m

**es** ruido

**fi** kohina  
melu

**it** rumore

**ja** 雑音  
騒音

**pl** szum  
hałas

**pt** ruído

**sv** brus  
buller  
stör ljud

Publication date: 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**

**Area** Acoustics and electroacoustics / Levels

**IEV ref** 801-22-02

**en**

**bel**

unit of level of a quantity proportional to power when the base of the logarithm is ten. Also, the unit of level of a field quantity when the base of the logarithm is the square root of ten

Note – Examples of power-like quantities are sound power and sound energy. Examples of field quantities are sound pressure and voltage.

**fr**

**bel**

unité de niveau utilisée pour une grandeur proportionnelle à la puissance, lorsque la base du logarithme est égale à dix. Cette unité est aussi utilisée pour exprimer le niveau d'une grandeur de champ lorsque la base du logarithme est égale à la racine carrée de dix

Note – A titre d'exemple, la puissance acoustique et l'énergie acoustique appartiennent au premier cas. Comme grandeur de champ on peut citer, par exemple, la pression acoustique et la tension électrique.

**ar**

بل (وحدة التفاوت في مستوى الشدة الصوتية)

**de**

Bel, n

**es**

bel  
belio

**fi**

beli

**it**

bel

**ja**

ベル

**pl**

bel

**pt**

bel

**sv**

bel

Publication date: 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Levels

**IEV ref** 801-22-03

**en** **decibel**  
one-tenth of the bel

Note 1 – The decibel is more often used than the bel as a unit of level.

Note 2 – The decibel can be defined as a unit of level of a power-like quantity when the base of the logarithm is the tenth root of ten. Also, the decibel is the unit of level of a field quantity when the base of the logarithm is the 20th root of ten.

**fr** **décibel**  
le dixième du bel

Note 1 – Le décibel est plus utilisé que le bel comme unité de niveau.

Note 2 – On peut définir le décibel comme unité de niveau utilisée pour une grandeur proportionnelle à la puissance lorsque la base du logarithme est égale à la racine dixième de dix. Le décibel est aussi utilisé comme unité de niveau d'une grandeur de champ lorsque la base du logarithme est égale à la racine 20<sup>e</sup> de dix.

**ar** ديسيبل (وحدة قياس شدة الصوت)

**de** Dezibel, n

**es** decibelio

**fi** desibeli

**it** decibel

**ja** デシベル

**pl** decybel

**pt** decibel

**sv** decibel

Publication date: 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.





**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-36

<b>en</b>	<b>difference limen for loudness</b> for an individual listener and a sound of specified frequency, in specified conditions of trials, the minimum change of sound pressure level that is just noticed as a change of loudness
<b>fr</b>	<b>seuil différentiel pour la sonie</b> pour un auditeur donné et un signal de fréquence déterminée dans des conditions de mesure spécifiées, variation minimale du niveau de pression acoustique provoquant une modification de la sonie
<b>ar</b>	بداية شعور مختلفة للصخب
<b>de</b>	Lautheitsunterschiedsschwelle, f
<b>es</b>	umbral diferencial para la sonoridad
<b>fi</b>	äänekkyden erotuskynnys
<b>it</b>	soglia di sensazione differenziale
<b>ja</b>	音の大きさの弁別限
<b>pl</b>	próg różnicy głośności
<b>pt</b>	limiar diferencial para a sonia
<b>sv</b>	skillnadströskel för hörstyrka

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-37

<b>en</b>	<b>difference limen for pitch</b> for an individual listener and a sound of specified frequency, in specified conditions of trials, the minimum change of the frequency that is just noticed as a change of pitch
<b>fr</b>	<b>seuil différentiel pour la tonie</b> pour un auditeur donné et un signal de fréquence déterminée, dans des conditions de mesure spécifiées, variation minimale de la fréquence provoquant une modification de la tonie
<b>ar</b>	بداية شعور مختلفة للخطوة
<b>de</b>	Tonhöhen-Unterschiedsschwelle, f
<b>es</b>	umbral diferencial para la tonalidad
<b>fi</b>	sävelkorkeuden erotuskynnys
<b>it</b>	soglia differenziale di altezza
<b>ja</b>	音の高さの弁別限
<b>pl</b>	próg różnicy wysokości dźwięku
<b>pt</b>	limiar diferencial para o tom
<b>sv</b>	skillnadströskel för tonhöjd

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-38

<b>en</b>	<b>relative difference limen for frequency</b> for a given listener, the ratio of the minimum perceptible frequency difference of two successively presented sinusoidal tones, to the frequency at which the difference threshold is being measured
<b>fr</b>	<b>seuil différentiel pour la fréquence</b> pour un auditeur donné, rapport de la différence minimale perceptible entre les fréquences de deux sons sinusoïdaux présentés successivement, la fréquence pour laquelle le seuil différentiel est mesuré
<b>ar</b>	بداية شعور مختلفة نسبية للتردد
<b>de</b>	Unterschiedsschwelle für relative Frequenzänderungen, f
<b>es</b>	umbral diferencial relativo de frecuencia
<b>fi</b>	taajuuden erotuskynnys
<b>it</b>	soglia differenziale di frequenza
<b>ja</b>	音の高さの弁別比
<b>pl</b>	próg różnicy częstotliwości względny
<b>pt</b>	limiar diferencial para a frequência
<b>sv</b>	relativ frekvensskillnadströskel

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-46

**en** **threshold of speech intelligibility**

sound pressure level of speech measured in a stated frequency band, using Fast (F) exponential time weighting, at which 50% of relatively easy words can be clearly recognized

Note – See F exponential time weighting in IEC 651 (1979).

**fr** **seuil d'intelligibilité vocale**

niveau de pression acoustique de la parole, mesuré dans une bande de fréquences spécifiée, en utilisant la caractéristique de pondération temporelle exponentielle F (rapide), pour lequel 50% des mots relativement simples sont clairement reconnus

Note – Pour la caractéristique de pondération temporelle F, voir la CEI 651 (1979).

**ar** عتبة وضوح الحديث

**de** Sprachverständlichkeitsschwelle, f

**es** umbral de inteligibilidad vocal

**fi** puheentajuttavuuskynnys

**it** soglia di intellegibilità

**ja** 音声了解度の域値

**pl** próg zrozumiałości mowy

**pt** limiar de inteligibilidade vocal

**sv** uppfattbarhetsströskel för tal

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**

**Area** Acoustics and electroacoustics / General terms

**IEV ref** 801-21-01

<b>en</b>	acoustic oscillation acoustic vibration sound movement of particles in an elastic medium about an equilibrium position
<b>fr</b>	oscillation acoustique vibration acoustique son mouvement des particules d'un milieu élastique de part et d'autre d'une position d'équilibre
<b>ar</b>	تذبذب صوتي
<b>de</b>	Schallschwingung, f Schall, m
<b>es</b>	oscilación acústica vibración acústica
<b>fi</b>	akustinen värähtely
<b>it</b>	vibrazione acustica
<b>ja</b>	音 音響振動
<b>pl</b>	drganie akustyczne dźwięk
<b>pt</b>	oscilação acústica vibração acústica som
<b>sv</b>	akustisk svängning

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics](#) / General terms

**IEV ref** 801-21-02

**en** **audible sound**  
a) acoustic oscillation of such character as to be capable of exciting a sensation of hearing  
b) sensation of hearing excited by an acoustic oscillation or vibration

**fr** **son (audible)**  
a) vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive  
b) sensation auditive engendrée par une oscillation acoustique ou une vibration

**ar** صوت مسموع

**de** Hörschall, m

**es** sonido

**fi** ääni  
kuuluva ääni

**it** suono udibile

**ja** 可聴音  
音

**pl** dźwięk słyszalny

**pt** som (audível)

**sv** ljud

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-03**

<b>en</b>	<b>infrasound</b> acoustic oscillation whose frequency is below the low-frequency limit of audible sound (about 16 Hz)
<b>fr</b>	<b>infrason</b> vibration acoustique dont la fréquence est inférieure à la limite inférieure des fréquences des sons audibles (environ 16 Hz)
<b>ar</b>	تحت الصوتي - ما دون الصوتي
<b>de</b>	Infraschall, m
<b>es</b>	infrasonido
<b>fi</b>	infraääni
<b>it</b>	infrasuono
<b>ja</b>	超低周波音
<b>pl</b>	infradźwięk
<b>pt</b>	infrassom
<b>sv</b>	infraljud

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-04**

<b>en</b>	<b>ultrasound</b> acoustic oscillation whose frequency is above the high-frequency limit of audible sound (about 16 kHz)
<b>fr</b>	<b>ultrason</b> vibration acoustique dont la fréquence est supérieure à la limite supérieure des fréquences des sons audibles (environ 16 kHz)
<b>ar</b>	فوق الصوتي - ما فوق الصوتي
<b>de</b>	Ultraschall, m
<b>es</b>	ultrasonido
<b>fi</b>	ultraääni
<b>it</b>	ultrasuono
<b>ja</b>	超音波音
<b>pl</b>	ultradźwięk
<b>pt</b>	ultrassom
<b>sv</b>	ultraljud

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.





**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-05**

<b>en</b>	<b>pure sound</b> <b>pure tone</b> sinusoidal acoustic oscillation
<b>fr</b>	<b>son pur</b> vibration acoustique sinusoïdale
<b>ar</b>	صوت نقي
<b>de</b>	reiner Ton, m
<b>es</b>	sonido puro
<b>fi</b>	äänes
<b>it</b>	suono puro
<b>ja</b>	純音
<b>pl</b>	dźwięk prosty ton
<b>pt</b>	som puro
<b>sv</b>	ren ton

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics / General terms](#)

**IEV ref** 801-21-06

**en** complex sound  
sound that is not a simple oscillation

**fr** son complexe  
son qui n'est pas une vibration simple

**ar** صوت مركب

**de** komplexer Schall, m

**es** sonido compuesto

**fi** seosääni

**it** suono complesso

**ja** 複合音

**pl** dźwięk złożony

**pt** som complexo

**sv** sammansatt ljud

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics](#) / General terms

**IEV ref** 801-21-09

<b>en</b>	<b>random noise</b> oscillation due to the aggregate of a large number of elementary disturbances with random occurrence in time
<b>fr</b>	<b>bruit aléatoire</b> oscillation due à l'ensemble d'un grand nombre de perturbations élémentaires se produisant à des instants aléatoires
<b>ar</b>	شوشرة عشوائية
<b>de</b>	Rauschen, n
<b>es</b>	ruido aleatorio ruido errático
<b>fi</b>	satunnaiskohina
<b>it</b>	rumore casuale
<b>ja</b>	ランダムノイズ 不規則雑音
<b>pl</b>	szum przypadkowy szum losowy hałas przypadkowy hałas losowy
<b>pt</b>	ruído aleatório
<b>sv</b>	slumpbrus

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-10**

<b>en</b>	<b>white noise</b> noise whose power spectral density is essentially independent of frequency
<b>fr</b>	<b>bruit blanc</b> bruit dont la densité spectrale de puissance est essentiellement indépendante de la fréquence
<b>ar</b>	شوشرة بيضاء
<b>de</b>	weißes Rauschen, n
<b>es</b>	ruido blanco
<b>fi</b>	valkoinen kohina
<b>it</b>	rumore bianco suono bianco
<b>ja</b>	ホワイトノイズ 白色雑音
<b>pl</b>	szum biały
<b>pt</b>	ruído branco
<b>sv</b>	vitt brus

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



Area Acoustics and electroacoustics / General terms

IEV ref 801-21-11

en	<b>pink noise</b> noise whose power spectral density is inversely proportional to frequency
fr	<b>bruit rose</b> bruit dont la densité spectrale de puissance est inversement proportionnelle à la fréquence
ar	شوشرة وردية
de	rosa Rauschen, n
es	ruido rosa
fi	vaaleanpunainen kohina
it	rumore rosa suono rosa
ja	ピンクノイズ
pl	szum różowy
pt	ruído rosa
sv	skärt brus

Publication date: 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-12**

<b>en</b>	<b>ambient noise</b> encompassing sound, at a given place, being usually a composite of sounds from many sources near and far
<b>fr</b>	<b>bruit ambiant</b> bruit global qui, dans un lieu donné, résulte généralement de la composition de sons provenant de plusieurs sources, proches ou lointaines
<b>ar</b>	شوشرة محيطية
<b>de</b>	Umgebungsgeräusch, n
<b>es</b>	ruido ambiental
<b>fi</b>	ympäristömelu
<b>it</b>	rumore ambiente
<b>ja</b>	周囲雑音 環境騒音
<b>pl</b>	szum otoczenia hałas otoczenia
<b>pt</b>	ruído ambiente
<b>sv</b>	omgivningsbuller

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics](#) / General terms

**IEV ref** 801-21-13

<b>en</b>	<b>background noise</b> total of interference from all sources in a system used for the production, transmission, detection, measurement, or recording of a signal
<b>fr</b>	<b>bruit de fond</b> ensemble de bruits provenant de toutes les sources parasites, dans un système de production, de transmission, de détection, de mesure ou d'enregistrement d'un signal
<b>ar</b>	شوشرة خلفية
<b>de</b>	Eigengeräusch, n
<b>es</b>	ruido de fondo
<b>fi</b>	taustakohina
<b>it</b>	rumore di fondo
<b>ja</b>	暗騒音 背景雑音
<b>pl</b>	szum tła hałas tła
<b>pt</b>	ruído de fundo
<b>sv</b>	bakgrundsbrus

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / General terms**

**IEV ref**      **801-21-14**

<b>en</b>	<b>reverberation</b> sound that persists in a space as a result of repeated reflection or scattering after the source of the sound has stopped
<b>fr</b>	<b>réverbération</b> son qui persiste dans un espace par effet de réflexions ou de dispersions répétées après arrêt de l'émission sonore
<b>ar</b>	انعكاس - ارتداد
<b>de</b>	Nachhall, m Hall, m
<b>es</b>	reverberación
<b>fi</b>	kaiunta
<b>it</b>	riverberazione
<b>ja</b>	残響
<b>pl</b>	połgos rewerberacja
<b>pt</b>	reverberação
<b>sv</b>	efterklang

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.





**Area**      **Acoustics and electroacoustics / Transmission and propagation**

**IEV ref**      **801-23-01**

**en**      **wave**  
disturbance propagated at a definite velocity in a material medium in such a manner that at any point in the medium the quantity serving as the measure of disturbance is a function of the time, while at any instant the same quantity at a point is a function of the co-ordinates of the point

**fr**      **onde**  
perturbation se propageant à vitesse déterminée dans un milieu matériel de façon que, en tout point de ce milieu, la grandeur servant à mesurer la perturbation soit une fonction du temps, tandis qu'à tout instant, la même grandeur en un point est fonction des coordonnées de ce point

**ar**      موجة

**de**      Welle, f

**es**      onda

**fi**      aalto

**it**      onda

**ja**      波

**pl**      fala akustyczna

**pt**      onda

**sv**      våg

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area**      **Acoustics and electroacoustics / Oscillation**

**IEV ref**      **801-24-05**

**en**      **resonance**

phenomenon of a system in forced oscillation such that any change, however small, in the frequency of excitation results in a decrease in a response of the system

Note – The quantity that is the measure of response should be indicated; for example, velocity resonance.

**fr**      **résonance**

phénomène existant dans un système, siège d'une oscillation forcée telle que toute variation, si petite soit elle, de la fréquence de l'excitation, provoque une diminution d'une réponse du système

Note – La grandeur, qui sert à mesurer la réponse, doit être indiquée; par exemple, résonance de vitesse.

**ar**      رنين

**de**      Resonanz, f

**es**      resonancia

**fi**      resonanssi

**it**      risonanza

**ja**      共振  
共鳴

**pl**      rezonans

**pt**      ressonância

**sv**      resonans

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Oscillation

**IEV ref** 801-24-06

**en** **resonance frequency**  
frequency at which resonance exists

Note – In case of possible confusion, the type of resonance must be indicated; for example, velocity resonance frequency.

**fr** **fréquence de résonance**  
fréquence à laquelle se produit une résonance

Note – En cas de confusion possible, le type de résonance devra être indiqué; par exemple, fréquence de résonance de vitesse.

**ar** تردد رنين

**de** Resonanzfrequenz, f

**es** frecuencia de resonancia

**fi** resonanssitaajuus

**it** frequenza di risonanza

**ja** 共振周波数

**pl** częstotliwość rezonansowa

**pt** frequência de ressonância

**sv** resonansfrekvens

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Oscillation

**IEV ref** 801-24-25

<b>en</b>	<b>subharmonic response</b> periodic response of a system at a frequency that is a submultiple of the excitation frequency
<b>fr</b>	<b>réponse sous-harmonique</b> réponse périodique d'un système à une fréquence qui est un sous-multiple de la fréquence d'excitation périodique
<b>ar</b>	استجابة توافقية فرعية
<b>de</b>	subharmonische Schwingung, f subharmonische Erregungsantwort, f
<b>es</b>	respuesta subarmónica
<b>fi</b>	aliharmoninen värähtely
<b>it</b>	sottoarmonica
<b>ja</b>	サブハーモニックレスポンス
<b>pl</b>	drganie podharmoniczne
<b>pt</b>	resposta sub-harmónica
<b>sv</b>	subharmonisk svängning undertonssvar

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-09

**en** **timbre**  
that attribute of auditory sensation which enables a listener to judge that two non-identical sounds having the same loudness and pitch are dissimilar  
  
Note – Timbre depends primarily upon the waveform, but also upon the sound pressure and the temporal characteristics of the sound.

**fr** **timbre**  
caractère de la sensation auditive permettant à un auditeur de juger que deux sons, non identiques, mais de même sonie et de même tonie sont différents  
  
Note – Le timbre d'un son dépend principalement de la forme de l'onde, mais aussi de la pression acoustique et des caractéristiques temporelles du son.

**ar** جرس : طابع الصوت الموسيقي

**de** Klangfarbe, f

**es** timbre

**fi** äänenväri

**it** timbro

**ja** 音色

**pl** barwa dźwięku

**pt** timbre

**sv** klangfärg

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-10

<b>en</b>	<b>judged perceived noise level</b> sound pressure level, in decibels, of a frontally presented octave band of pink noise centred on 1 kHz and lasting for two seconds, that is subjectively judged equally noisy as a given sound
<b>fr</b>	<b>niveau de bruit perçu estimé</b> niveau de pression acoustique, exprimé en décibels, d'un bruit rose de largeur 1 octave, centrée autour de 1 kHz, d'une durée de deux secondes, présenté frontalement à un auditeur et qui est jugé tout aussi bruyant que le son considéré
<b>ar</b>	مستوى الضوضاء المُدرَك المُقتر
<b>de</b>	wahrgenommener "perceived-noise-level", m
<b>es</b>	nivel de ruido percibido estimado
<b>fi</b>	arvioitu meluisuustaso
<b>it</b>	livello di rumore percepito
<b>ja</b>	主観的知覚騒音レベル
<b>pl</b>	poziom hałas odczuwanego oceniany
<b>pt</b>	nível de ruído apercebido estimado
<b>sv</b>	bedömd bullernivå

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-12

**en** noisiness

a prescribed function of sound pressure levels in the 24 one-third octave bands centred on 50 Hz to 10 kHz that is used in the calculation of perceived noise level

Note – The prescribed function is given in ISO 3891-1978.

**fr** bruyance

fonction spécifiée des niveaux de pression acoustique dans les 24 bandes de tiers d'octave centrées de 50 Hz à 10 kHz, utilisée dans le calcul du niveau de bruit perçu

Note – La fonction est spécifiée dans l'ISO 3891-1978.

**ar** ضوضائية

**de** Lärmigkeit, f  
Geräuschhaftigkeit, f

**es** ruidosidad

**fi** meluisuus

**it** rumorosità

**ja** ノイジネス  
音のうるささ

**pl** hałasliwość

**pt** ruidância

**sv** bullrighet

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics](#) / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-13

**en** **noy**  
unit of noisiness, equal to the noisiness of a one-third-octave band of noise centred on 1 kHz and having a sound pressure level of 40 dB

**fr** **noy**  
unité de bruyance, égale à la bruyance d'une bande de bruit d'un tiers d'octave centrée autour de 1 kHz, dont le niveau de pression acoustique est égal à 40 dB

**ar** نوى (وحدة الضوضائية)

**de** Noy, n

**es** noi  
noy

**fi** noy

**it** noy

**ja** ノイ

**pl** noj

**pt** noy

**sv** noy

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.





**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-19

<b>en</b>	<b>masked threshold</b> threshold of audibility for a specified sound in the presence of another (masking) sound
<b>fr</b>	<b>seuil d'audition masquée</b> seuil d'audition, pour un son spécifié, en présence d'un autre son, dit son masquant
<b>ar</b>	مبدئ السمع المحجوب
<b>de</b>	Mithörschwelle, f
<b>es</b>	umbral de audición enmascarada
<b>fi</b>	peittokynnys
<b>it</b>	soglia di mascheramento
<b>ja</b>	マスキング下の域値
<b>pl</b>	próg słyszenia maskowany
<b>pt</b>	limiar de audibilidade mascarado
<b>sv</b>	maskeringströskel

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-20

<b>en</b>	<b>normal threshold of hearing</b> modal value of the thresholds of hearing for a large number of listeners between 18 and 30 years of age with otologically normal ears
<b>fr</b>	<b>seuil normal d'audition</b> valeur modale des seuils d'audition d'un grand nombre d'auditeurs d'âges compris entre 18 et 30 ans dont les oreilles sont considérées comme otologiquement normales
<b>ar</b>	مبنى السمع العادى
<b>de</b>	Normalhörschwelle, f
<b>es</b>	umbral normal de audición
<b>fi</b>	normaali kuulokynnys
<b>it</b>	soglia uditiva normale
<b>ja</b>	正常最小可聴値 正常聴覚域値
<b>pl</b>	próg słyszenia normalny
<b>pt</b>	limiar normal de audibilidade
<b>sv</b>	normal hörsröskel

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**

**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-21

<b>en</b>	<b>standard threshold of hearing</b> a normal threshold of hearing adopted as a standard  Note – Such a standard threshold is given in ISO 389-1985.
<b>fr</b>	<b>seuil d'audition normalisé</b> seuil normal d'audition adopté conventionnellement comme norme  Note – Un exemple de seuil normalisé est donné dans l'ISO 389-1985.
<b>ar</b>	ميدئ السمع القياسي
<b>de</b>	Standardhörschwelle, f
<b>es</b>	umbral de audición normalizado
<b>fi</b>	standardoitu kuulokynnys
<b>it</b>	soglia uditiva normalizzata
<b>ja</b>	標準最小可聴値 標準聴覚域値
<b>pl</b>	próg słyszenia znormalizowany
<b>pt</b>	limiar de audibilidade normalizado
<b>sv</b>	normerad hörsröskel

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-22

<b>en</b>	<p><b>threshold of pain</b> (in electroacoustics)</p> <p>for a given listener, the minimum sound pressure level of a specified sound which will stimulate the ear to a sensation of definite pain</p> <p>Note – The conditions of the measure are to be specified, similarly to the threshold of hearing.</p>
<b>fr</b>	<p><b>seuil d'audition douloureuse</b></p> <p>pour un auditeur donné, niveau minimal de pression acoustique d'un son spécifié qui produit une sensation auditive pénible</p> <p>Note – Les conditions des mesures doivent être précisées, comme pour le seuil d'audition.</p>
<b>ar</b>	مبدئ الألم في علم الكهروصوتيات
<b>de</b>	Schmerzschwelle (in der Elektroakustik), f
<b>es</b>	umbral de audición dolorosa
<b>fi</b>	kipukynnys
<b>it</b>	soglia di dolore
<b>ja</b>	痛覚域値, <聴覚の>
<b>pl</b>	próg słyszenia bolesnego próg bólu
<b>pt</b>	limiar de dor (em acústica)
<b>sv</b>	smärtgräns

Publication date: 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** [Acoustics and electroacoustics](#) / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-23

<b>en</b>	<b>normal threshold of pain</b> the modal value of the thresholds of pain for a large number of otologically normal listeners between 18 and 30 years of age
<b>fr</b>	<b>seuil normal d'audition douloureuse</b> valeur modale des seuils d'audition douloureuse pour un grand nombre d'auditeurs otologiquement normaux d'âges compris entre 18 et 30 ans
<b>ar</b>	مبدئ الألم العادي
<b>de</b>	Normalschmerzschwelle, f
<b>es</b>	umbral normal de audición dolorosa
<b>fi</b>	normaali kipukynnys
<b>it</b>	soglia di dolore normale
<b>ja</b>	正常痛覚域値
<b>pl</b>	próg słyszenia bolesnego normalny próg bólu normalny
<b>pt</b>	limiar normal de dor (em acústica)
<b>sv</b>	normal smärtgräns

**Publication date:** 1994-07

Copyright © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**



**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-31

**en** **masking**

1. the process by which the threshold of hearing for one sound is raised by the presence of another (masking) sound

2. the amount by which the threshold of hearing for one sound is raised by the presence of another (masking) sound, expressed in decibels

**fr** **effet de masque**

1. élévation du seuil d'audition pour un son, ou bruit masqué, résultant de la présence d'un autre son, ou bruit masquant

2. expression quantitative, en décibels, de cette élévation

**ar** حجب

**de** Verdeckung, f  
Maskierung, f

**es** efecto de enmascaramiento

**fi** peittoilmiö

**it** mascheramento

**ja** マスキング

**pl** maskowanie  
zagłuszanie (nie zalecane w tym sensie)

**pt** mascaramento  
efeito de máscara

**sv** maskering

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.



**International  
Electrotechnical  
Commission**

**Area** Acoustics and electroacoustics / Physiological acoustics

**IEV ref** 801-29-32

<b>en</b>	<b>masking audiogram</b> graph showing the amount by which the threshold of hearing for a pure tone or narrow band of noise is raised by a stated masking sound, plotted in decibels as a function of the frequency of the pure tone or narrow band of noise
<b>fr</b>	<b>audiogramme d'un effet de masque</b> graphique montrant les élévations en décibels du seuil d'audition pour un son pur ou une bande étroite de bruit résultant de la présence d'un bruit masquant spécifié, en fonction de la fréquence de ce son pur ou de cette bande étroite de bruit
<b>ar</b>	مخطط سعي للحجب
<b>de</b>	Mithörschwellen-Audiogramm, n
<b>es</b>	audiograma de un efecto de enmascaramiento
<b>fi</b>	peittoaudiogrammi
<b>it</b>	audiogramma di mascheramento
<b>ja</b>	マスキングオーディオグラム
<b>pl</b>	audiogram efektu maskowania
<b>pt</b>	audiograma de mascaramento audiograma de efeito de máscara
<b>sv</b>	maskeringsaudiogram

**Publication date:** 1994-07

**Copyright** © IEC 2015. All Rights Reserved.